

**DISEÑO DE UN PRODUCTO PARA MOBILIARIO URBANO A PARTIR DEL  
ESTUDIO DE MATERIAL PLASTICO RECUPERADO DE LA EMPRESA  
U U L CG**

**MARIA ISABEL LONDOÑO OCAMPO**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTOS  
MEDELLIN  
2006**

**DISEÑO DE UN PRODUCTO PARA MOBILIARIO URBANO A PARTIR DEL  
ESTUDIO DE MATERIAL PLASTICO RECUPERADO DE LA EMPRESA  
U U L CG**

**MARIA ISABEL LONDOÑO OCAMPO**

**Proyecto de grado**

**Asesor:  
Juan David Aristizabal**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTOS  
MEDELLIN  
2006**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Presidencia del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Medellín, Abril 28 de 2006**

**Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de otras etapas por esto y más, la dedico a mis padres que me apoyaron durante todos estos años de estudio.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi familia que ha estado a mi lado durante estos años de carrera, apoyándome incondicionalmente y brindándome sus enseñanzas de vida.**

**A todos mis compañeros, profesores y personal de laboratorio, con los cuales he pasado muchos ratos de consulta, por su apoyo y colaboración para la realización de esta investigación.**

**A Juan David Aristizabal, Asesor de proyecto de grado, por su ayuda y disposición.**

**GL L L U U L CGL L L L Lrealización de este proyecto en el estudio del material.**

**A la universidad de Antioquia por su colaboraron para realizar la prueba.**

**A Carlos Andrés Naranjo del grupo de investigación de la Universidad Bolivariana por su ayuda y disposición.**

**Mi cariño y reconocimiento a todos. Gracias**

## CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>X</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>16</b>
<b>1. CAPITULO: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
1.1. TÍTULO .....	17
1.2. ANTECEDENTES.....	17
1.3. JUSTIFICACION.....	20
1.4. OBJETIVOS .....	22
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	22
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	22
1.5. ALCANCE Y PRODUCTOS .....	23
<b>2. CAPITULO. ESTUDIO DE MERCADEO .....</b>	<b>24</b>
2.1. METODOLOGIA DE INVESTIGACION DE MERCADO.....	24
2.1.1. <i>Objetivo de la investigación</i> .....	25
2.1.2. <i>Muestreo</i> .....	25
2.1.3. <i>Mobiliario Urbano</i> .....	25
2.1.4. <i>Diseño de la encuesta</i> .....	27
2.1.5. <i>Tabulación de la encuesta</i> .....	29
2.1.6. <i>Definir segmento</i> .....	29
2.1.7. <i>Competencia de mobiliario existente</i> .....	29
2.1.8. <i>Conclusiones</i> .....	29
<b>3. CAPITULO. PROCESO DE DISEÑO .....</b>	<b>31</b>
3.1. METODOLOGIA DE DISEÑO.....	31
3.1.1. <i>Clarificación de los objetivos</i> .....	32
3.1.2. <i>Fijación de requerimientos</i> .....	32
3.1.3. <i>Determinación de características</i> .....	33
3.1.4. <i>Generación de alternativas</i> .....	33
3.1.4.1. <i>Selección de concepto</i> .....	37
3.1.4.2. <i>Selección de referente</i> .....	40
3.1.4.3. <i>Generación de alfabeto visual</i> .....	41
3.1.4.4. <i>Generación de ideas</i> .....	43
3.1.5. <i>Evaluación de alternativas</i> .....	49
3.1.5.1. <i>Exploración formal</i> .....	49
3.1.6. <i>Selección del material y análisis de ciclo de vida</i> .....	51
3.1.7. <i>Evaluación del producto</i> .....	51
3.1.8. <i>Planos y modelación</i> .....	59

3.1.9.	<i>Fabricación de modelo en blanco</i> .....	69
<b>4.</b>	<b>CAPITULO. ESTUDIO DE MATERIAL</b> .....	<b>70</b>
4.1.	METODOLOGIA DEL MATERIAL.....	70
4.1.1.	<i>Caracterización de los polímeros</i> .....	71
4.1.2.	<i>El reciclaje de polímeros</i> .....	71
4.1.3.	<i>Reconocimiento de los polímeros "métodos empíricos"</i> .....	71
4.1.4.	<i>Pruebas básicas a los materiales PELLET'S LTDA</i> .....	71
4.1.5.	<i>Comparación del material original y recuperado</i> .....	76
4.1.6.	<i>Selección del material y análisis de ciclo de vida</i> .....	80
4.1.7.	<i>Prueba del material seleccionado para el producto final</i> .....	86
4.1.8.	<i>Proceso</i> .....	86
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>89</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>91</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>93</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especificación de diseño de productos .....	34
Tabla 2. Evaluación de alternativas. ....	49
Tabla 3. Ficha de los polímeros.....	127
Tabla 4. Posibilidades del reciclaje. ....	135
Tabla 5. Propiedades mecánicas .....	140
Tabla 6. Propiedades opticas. ....	143
Tabla 7. Densidad.....	144
Tabla 8. Densidades en soluciones. ....	149
Tabla 9. Combustibilidad de los plásticos .....	152
Tabla 10. Duración de la llama .....	154
Tabla 11. Color de la llama .....	156
Tabla 12. Aleación de ka muestra. ....	159
Tabla 13. Color de los humos .....	160
Tabla 14. Ensayo de papel de pH en vapores de los plasticos.....	164

1.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología para investigación de mercado .....	24
Figura 2. Metodología de proceso de Diseño. ....	31
Figura 3. Árbol de funciones.....	32
Figura 4. Metodología del estudio del material. ....	70
Figura 5. Categoría de los polímeros. ....	123
Figura 6. Polímeros termoplásticos o termoestables.....	124
Figura 7. Polímeros termoplásticos.....	125
Figura 8. Amorfos - semicristalinos .....	126
Figura 9. Circulo del reciclaje. ....	131
Figura 10. Procedimiento de extracción.....	133
Figura 11. Campo de aplicación de los plásticos .....	134
Figura 12. Plásticos rígidos. ....	138
Figura 13. Plásticos semi-rigidos.....	139
Figura 14. Plásticos Flexibles.....	140
Figura 15. Plásticos transparente.. ..	141
Figura 16. Plásticos translucidos. ....	142
Figura 17. Plásticos opacos. ....	143
Figura 18. Flota en soluciones alcohólicas .....	145
Figura 19. Diagrama secuencial para selección por densidad de los plásticos. .....	146
Figura 20. Flotan en solución diluida de sal. ....	147
Figura 21. Flota en solución concentrada de sal. ....	148
Figura 22. Plástico fácil de incendiar.....	151
Figura 23. Plástico difícil de incendiar. ....	152
Figura 24. Plásticos que continúan ardiendo. ....	153
Figura 25. Plásticos que auto extinguen .....	154
Figura 26. Plásticos que funden. ....	157
Figura 27. Plásticos que funden y gotean. ....	158
Figura 28. Plásticos que carbonizan.....	158
Figura 29. Humos blancos. ....	160
Figura 30. Humos negros.....	160
Figura 31. Comportamiento de la llama .....	163

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>114</b>
<b>ANEXO 3</b> .....	<b>119</b>
<b>ANEXO 4</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 5</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 6</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 7</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 8</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 9</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 10</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 11</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 12</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 13</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 14</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 15</b> .....	<b>60</b>
<b>ANEXO 16</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 17</b> .....	<b>121</b>
<b>ANEXO 18</b> .....	<b>130</b>
<b>ANEXO 19</b> .....	<b>137</b>
<b>ANEXO 20</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 21</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 22</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 23</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 24</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>ANEXO 25</b> .....	<b>86</b>

## **GLOSARIO**

**RECICLAJE:** Reciclar es el proceso mediante el cual productos de desecho, son nuevamente utilizados. Una de las primeras funciones del reciclaje es ahorrar recursos.

**POLÍMEROS:** Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas.

**POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD:** Conocido como PEBD, Material Semirrígido, translucido, muy resistente, impermeable, buena resistencia química, baja absorción al agua, bajo costo.

**POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD:** Conocido como PEAD, Material flexible, translucido, a prueba de agua, buena resistencia a la temperatura, facilidad de procesamiento y buena resistencia química.

**POLIPROPILENO:** Conocido como PP, Material Semirrígido, translucido, firme, buena resistencia química y a la fatiga.

**MÉTODOS DE DISEÑO:** Son todos los procedimientos, técnicas, ayudas o herramientas lógicas para diseñar.

**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO:** Conjunto de requerimientos que comprenden la especificación de requerimiento del producto a diseñar.

**ALFABETO VISUAL:** Es la extracción de texturas y colores de un objeto como referente para el diseño del producto.

**LIFESTYLE BOARD:** Collage de imágenes en el cual se refleja el estilo de vida del usuario del producto a diseñar.

**MOOD BOARD:** Collage de imágenes en el cual se refleja atributos del producto a diseñar.

**VISUAL THEME:** Collage de imágenes en el cual se muestra los productos que utiliza el usuario en el contexto en el que se situara el producto a diseñar.

**REFERENTE:** Objeto natural o artificial, que representa un concepto que desea utilizar el producto.

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA:** Herramientas de producción más limpia que permite establecer ciertas estrategias y planear estrategias preventivas. Recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema producto durante su ciclo de vida.

**DISEÑO SOSTENIBLE:** Diseño de productos con bajo impacto ambiental que satisfacen las necesidades del presente sin poner en riesgo los recursos de las generaciones futuras.

**ECO-DISEÑO:** Métodos para el desarrollo de nuevos productos, esta ofrece una estructura practica para identificar, desarrollar e implementar mejoramientos competitivos en los productos, teniendo en cuenta las prioridades ambientales y el fortalecimiento de las oportunidades.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio neto en factores o condiciones del medio ambiente afectado por el sistema productivo.

**OXIDANTE FOTOQUÍMICOS:** Es la formación de sustancias reactivas (principalmente ozono) las cuales son perjudiciales a la salud humana y ecosistemas, además también puede afectar las cosechas.

**ACIDIFICACIÓN:** Las sustancias acidificantes causan un amplio rango de impactos sobre el suelo, agua freática, aguas superficiales, organismos, ecosistemas y materiales de construcción.

**CALENTAMIENTO GLOBAL:** Los sistemas térmicos clásicos son los principales causantes debido a las emisiones.

**EUTROFIZACIÓN:** Es el excesivo uso de fertilizantes en la agricultura, como nitratos, que son expulsados contaminando las reservas de aguas subterráneas, y al aire; además pueden tener serios efectos en la biodiversidad.

## RESUMEN

Este proyecto de grado se basa básicamente en la integración de tres temas: estudio de material, mercadeo y diseño, en un proceso simple con el cual como ingeniero de diseño busco culminar esta etapa de formación realizando un proyecto involucrando diferentes métodos aprendidos en el proceso.

En la actualidad el mundo ha tomado una mayor conciencia para reciclar, es por eso que el mundo hoy piensa en recuperar el material industrial y elaborar nuevos productos a partir del material resultante de dicho proceso. Esta concientización de las personas ha hecho que el mercado evolucione pensando en la prevención de los impactos ambientales y generando gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas que abarca.

Este proyecto parte de la necesidad de estudiar el material (desperdicio) =  $Z d \ 9 \quad Z = d = d \ Z d \quad Z d 5 \acute{u} : : \acute{u} 3 \ 4 d : 3'' \acute{e} \acute{r} d \ Z \ Z d \ d Z d \ Z \ d = d$  dicho material se diseñen productos que aprovechen las características del material que sale de allí, ampliando el mercado de la empresa.

Después de analizar y realizar pruebas al material seleccionado se puede establecer que este mantiene sus propiedades a pesar del proceso al que se somete para su recuperación, es así como se determina que el material debe ser analizado como material de primera, situación que amplía las posibilidades de comercialización del material y que permite que este sea utilizado para cumplir el objetivo trazado en este estudio construir amoblamiento urbano para unidades residenciales, a partir de material plástico recuperado, es allí donde se inicia un proceso en el que se combinan varias metodologías, posterior al análisis inicial del material se realiza una etapa de mercadeo, en la que se definen las necesidades y requerimientos del consumidor, al fundir el

resultado de estas dos etapas se generan y construyen alternativas de formas, texturas, colores, necesidades, conceptos y demás, a partir de los cuales se inicia el proceso formal de diseño en el que se delinea y esquematizan varias alternativas para la realización del producto, luego se realiza un proceso de auto evaluación a dichas alternativas, con el fin de seleccionar la que mas se acomoda a las necesidades del cliente objetivo y al concepto previamente establecido y posteriormente se realiza el proceso de corrección y pulimiento de la alternativa seleccionada, finalmente se construyen los planos, esquemas y el modelo del producto desarrollado; adicionalmente con piezas realizadas a escala en material real se realizan pruebas que permiten establecer la calidad del producto y el cumplimiento de las hipótesis establecidas en el desarrollo del proyecto.

## INTRODUCCION

En la actualidad el mundo ha tomado una mayor conciencia para reciclar, es por eso que hoy se piensa en recuperar el material industrial y poder elaborar nuevos productos a partir de el resultante de dicho proceso. Esta concientización de las personas ha hecho que el mercado evolucione pensando en la prevención de los impactos ambientales.

Sabemos que el reciclaje industrial del plástico conforma un campo de investigación y trabajo relativamente nuevo, pero es un área que se desarrolla rápidamente debido al gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas que abarca.

Como Ingeniera de Diseño de Producto siento la responsabilidad de apoyar esta nueva tendencia del mercado por el material recuperado proyectando utilizarlo para construir productos para mobiliario urbano.

Este proyecto parte de la necesidad de estudiar el material (desperdicio) = Z d 9 Z= d= dZd Zdú: :ú3 4d: 3" éd Z Z que a partir de el se diseñen productos que aprovechen las características del material que sale de allí, este estudio permite que la empresa amplíe sus líneas de acción, bien sea ofreciendo el material a un mayor numero de clientes potenciales que en la actualidad se desconocen o ampliando el portafolio de servicios mediante la manufactura de productos, dado que la empresa tiene una tendencia que cada día va creciendo y que es una cultura para el mundo.

## **2. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **2.1. TÍTULO**

Diseño de un producto para mobiliario urbano a partir del estudio de material plástico recuperado de la empresa PELLET'S LTDA.

### **2.2. ANTECEDENTES**

El proyecto de grado surge de la necesidad de crear nuevos productos para mobiliario urbano (unidades cerradas) con un material recuperado que se viene pelletizando en la empresa PELLET'S LTDA. Esta es una empresa constituida hace 4 años creada por la necesidad de recuperar el plástico industrial, siendo para este año líderes en el mercado con este proceso de pelletización enfocándose en el POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD), POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) y POLIPROPILENO (PP) como principal mercado de comercialización.

Ahora el reto es estudiar el polímero industrial de PELLET'S LTDA (plásticos que desechan las empresas) y mirar sus propiedades luego de ser recuperado y vuelto a pelletizar para obtener nuevos productos de dicho material y de esta manera fabricar un mobiliario urbano. (La empresa nunca ha realizado ninguna clase de estudios de caracterización sobre el material para saber cuales son sus propiedades finales).

Conociendo lo anterior y las necesidades de PELLET'S LTDA, se ha generado curiosidad; ya que los temas a tratar son familiares por las líneas de énfasis tomados en la carrera (plásticos y diseño sostenible) los cuales están

Z9 Z= d9 d d x d= dZd 9 Z= Zdú: :ú3 4d 3" érd = d= d  
esta manera, la iniciativa de diseñar un producto para mobiliario urbano.

Hoy en día hablar de reciclar es un tema que a todos nos concierne y constituye un campo de investigación y trabajo relativamente nuevo, pero es un área que se desarrolla rápidamente debido al gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas de las empresas dedicadas a la recuperación de desperdicios.

Es por eso que una de las primeras funciones del reciclaje es ahorrar recursos. El hecho de que los recursos de materia prima sean limitados ha originado un cambio en la forma como se miran los desechos, dado que la tecnología del reciclaje ha permitido la obtención de buenas materias primas secundarias utilizables en una amplia gama de diferentes aplicaciones, ahorrando por consiguiente recursos para materias primas originales. De esta manera, es posible ampliar las rutas de consecución de materiales, que se inicia con la elaboración de la materia prima, continua con la elaboración de un producto de uso único y termina con la incineración o en los rellenos sanitarios. En lugar de ello, los materiales, pueden permanecer dentro del ciclo del material por un periodo mayor de tiempo, asegurándose un uso más versátil y eficiente.

Se distinguen esencialmente cuatro diferentes secuencias. En el reciclaje primario, los desechos de producción son retroalimentados como material de entrada reusable. Este tipo de reciclaje es generalmente referido como reciclaje interno. En el reciclaje secundario el desecho potencial es utilizado en la obtención del mismo tipo de producto u otro para una aplicación diferente; por ejemplo, las llantas usadas como protectores en los embarcaderos. El uso de botellas retornables también constituye un ejemplo de reciclaje secundario. El reciclaje terciario se tiene en la etapa de producción y uso de productos, así como la reutilización de desechos y su aprovechamiento en la forma de materiales secundarios de trabajo. El cuarto tipo de reciclaje se presenta en el

procesamiento de desechos y su reutilización como recursos para la elaboración de materia prima.

Entre mayor sea la ruta cubierta por el material en un circuito de reciclaje, mayor será la cantidad de energía requerida en su procesamiento y transporte. Estos requerimientos energéticos tienen directo impacto en el costo efectivo y el valor ecológico de los procesos de reciclaje. Los estudios de rentabilidad son objeto de un amplio análisis y aplicación a nivel mundial. Para determinar el valor ecológico de un procesamiento se ha empleado de los denominados balances ecológicos. En su elaboración, se esquematiza la ruta de un producto y se cuantifican los consumos de energía primaria, aire y agua. Para un estudio exclusivo de un sistema, sin embargo, se deberá tener en cuenta además factores como el requerimiento de recursos naturales, la emisión de gases, polución de agua y suelos. El estudio de un sistema con reciclaje múltiple puede ser efectuado mediante métodos estadísticos. Los balances ecológicos son pocos frecuentes a nivel de compañía; más bien son realizados por organizaciones de más alta jerarquía tales como las oficinas gubernamentales del medio ambiente y otras.

de cierta estructura macromolecular las cuales presentan a su vez una gran variedad de propiedades. Esta gran variedad de propiedades en materiales se extiende desde alta dureza y fragilidad, hasta alta tenacidad y elasticidad. Adicionalmente hoy en día se dispone de un gran número de procesos de transformación y equilibrio especializado que ha facilitado una rápida y amplia difusión del empleo de estos materiales. La existencia de tan alto número de diferentes plásticos y muchos variados campos de aplicación causan considerables problemas en la recolección y procesamiento de materiales como propósito de reciclaje. Se discutirá seguidamente la ruta seguida por los plásticos iniciándose con la materia prima y terminando con el punto donde se convierte en desechos.

El objetivo del reproceso es recuperar material de tal forma que pueda ser introducido de nuevo en el proceso de elaboración de nuevos productos. La descomposición térmica por el contrario pretende obtener una materia prima secundaria o energía ya sea esta en forma de calor o electricidad.

El proceso se ha reservado de forma casi exclusiva para los termoplásticos ya que ellos pueden ser fundidos o disueltos permitiendo así ser reprocesados. Debido a la reticulación existente en los termofijos y elastómeros ellos no pueden ser reprocesados sin destruir su estructura molecular, es por ello que la descomposición térmica.

El reciclaje de materiales de la misma clase no contaminados hoy en día no presenta ningún problema técnico. Se debe tener presente que los plásticos se deterioran en cada proceso. Este deterioro se hace más evidente a partir de sus características mecánicas a largo plazo.

Por todo lo anterior, el presente trabajo de grado se realizara conjuntamente con la empresa PELLETS LTDA para el estudio de material, ya que ellos recuperan el material industrial por el proceso de pelletización y esto hace que el medio ambiente sea cada vez mejor por este proceso.

### **2.3. JUSTIFICACION**

Hay áreas del saber que permiten llegar a grandes avances en la creación de nuevos procesos, materiales y tecnologías, entre otros; pero cuando esto quiere llevarse al mercado y convertirse en un producto que pueda entrar a formar parte de la dinámica de la sociedad es cuando suelen tener inconvenientes estas áreas. He aquí una de las principales funciones del Ingeniero de Diseño de Productos, que es el encargado de finalizar estos procesos de invención e innovación, convirtiendo estos desarrollos en productos funcionales, estéticos y capaces de competir en el mercado actual.

Pensando en esto y en todas nuestras posibilidades como Ingenieros de Diseño de Producto, es que se ha querido diseñar un producto para mobiliario urbano (unidades cerradas) teniendo como primera instancia el estudio de material, el 9 d d Z d Z dZd9Zx d Zd d Zd Zd5ú: :ú3 4d:3" éd nunca ha desarrollado ninguna clase de estudios sobre el material que recuperan (pelletizan) el cual les permita determinar la perdida de propiedades de determinado material (PEBD, PEAD y PP) después del proceso aplicado en la empresa, por lo cual la empresa se beneficiara obteniendo los resultados del estudio de material para poder ofrecerle a su cliente mayor confiabilidad del material que se recupera y tal vez darle nuevas aplicaciones o ampliar el mercado al cual se le ofrece el producto que se obtiene en el momento.

La finalidad es poder llevar este proyecto a su término, diseñando un producto cuyo material recuperado sea estudiado para mirar la perdida de características del mismo.

Teniendo en cuenta algunos requerimientos para el estudio del material, el desarrollo del producto y el contexto se ha estructurado el proyecto dentro de unas áreas concretas:

Investigación del mercado: Es aquí donde se define claramente el cliente al cual va dirigido el producto a desarrollar; como primera medida se realiza un objetivo a partir de allí se hace una investigación cuantitativa (encuesta) a personas que frecuentan lugares al que va enfocado el producto, se tabulan y se mira que es lo que busca el consumidor, a que segmento va dirigido como por ejemplo, las texturas, los colores, las formas, entre otros.

Proceso de diseño: Evidenciar todo el proceso de diseño, argumentando la propuesta definitiva, terminando con un modelo en blanco del producto final.

- ❖ Estudio del material: A partir del proceso de diseño seleccionar adecuadamente el polímero a trabajar de la empresa PELLETS LTDA dependiendo del producto caracterizado y mirar la pérdida de propiedades después del proceso de pelletización y a partir de las pruebas básicas que se le realizaran al material seleccionado.

En la parte de investigación de material, se beneficiara la empresa PELLET'S LTDA ya que el material que se estudiara es proveniente de la pelletización de allí, la investigación de mercadeo y diseño es de carácter totalmente académico.

## **2.4. OBJETIVOS**

### **2.4.1. Objetivo general**

Diseñar un producto para mobiliario urbano a partir del estudio de material plástico recuperado de la empresa PELLET'S LTDA.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

- ❖ Investigar el mercado de mobiliario urbano, para definir las especificaciones que debe cumplir el producto.
- ❖ Identificar los requerimientos técnicos, formales y funcionales del producto, basando el diseño.
- ❖ Evaluar el impacto ambiental del producto diseñado.

- ❖ Fabricar un modelo en blanco del producto final.
- ❖ Identificar los tipos de polímeros recuperados (material de PELLET'S LTDA) a utilizar dependiendo del producto a fabricar.
- ❖ Comparar las propiedades del material recuperado (empresa PELLET'S LTDA) con las propiedades del material original.

## **2.5. ALCANCE Y PRODUCTOS**

El presente proyecto incluirá la elaboración de un documento final de proyecto de grado y un artículo para la revista de la Escuela de Ingeniería, los cuales resumen la investigación, las consultas y los resultados obtenidos.

Igualmente, se presentara un modelo en blanco del producto a partir del estudio de mercado donde se define el consumidor final.

Se seleccionara el material adecuado a partir de los requerimientos del producto final el cual será estudiado, dicho material es recuperado por la empresa PELLET'S LTDA.

Resultados esperados:

- ❖ Estudio de mercadeo donde se indica con gráficos los resultados de la elaboración de la encuesta realizada al consumidor final.
- ❖ Estudio de diseño con los requerimientos necesarios para el consumidor, especificaciones de diseño (PDS), Sketch, Planos y modelación, modelo en blanco, pruebas al producto y análisis de ciclo de vida.
- ❖ Proceso de material para el producto desarrollado y se realizara una comparación con el material original (propiedades físicas).

### 3. ESTUDIO DE MERCADEO

#### 3.1. METODOLOGIA DE INVESTIGACION DE MERCADO

Para el proceso de mercadeo se utilizara una metodología cuantitativa-entrevistas, donde se busca conocer el mercado para poder definir el segmento hacia el cual estará dirigido el producto a desarrollar. Esta metodología es la base para un buen desarrollo de diseño. (Ver figura 1).

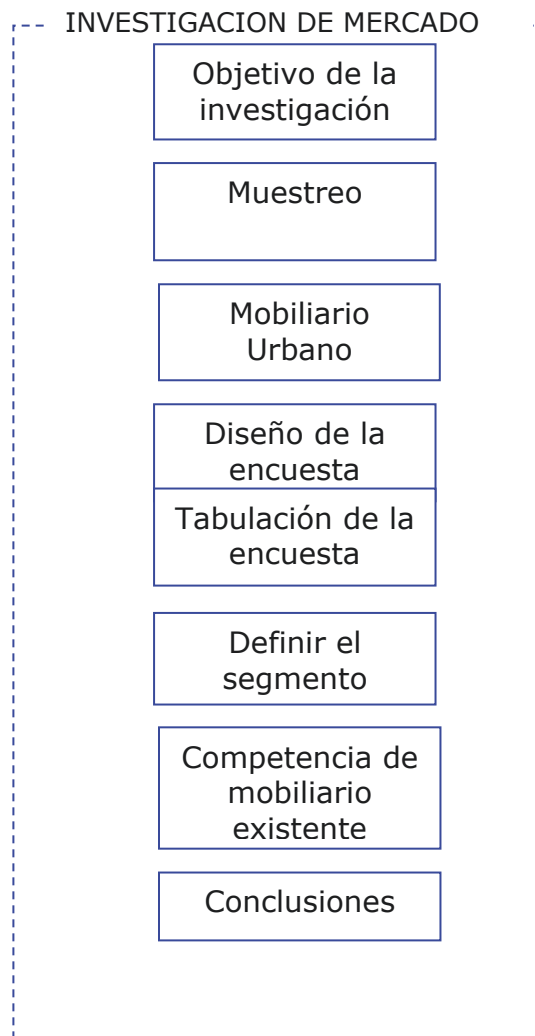


Figure 1. Metodología de investigación de mercado

### **3.1.1.Objetivo de la investigación**

Investigar el mercado del segmento de mobiliario para definir las características que debe tener el producto según las necesidades del consumidor.

### **3.1.2.Muestreo**

Se realizaron 50 entrevistas en 4 unidades residenciales:

Unidad 1: El remanso	144 apartamentos	29 encuestas
Unidad 2: Crucero del sur	32 apartamentos	7 encuestas
Unidad 3: Condominio la vega	24 apartamentos	6 encuestas
Unidad 4: Guadalquivir	38 apartamentos	8 encuestas
	TOTAL	50 encuestas

Al total de apartamentos se les saco el 5% de la población total determinando la cantidad de encuestas a realizar.

Personas entre los 20 y 60 años.

Perteneciente a estrato 5 y 6.

### **3.1.3.Mobiliario Urbano**

Una mirada al espacio público de nuestra ciudad permite percibir que existe más riqueza y creatividad en las edificaciones que lo configuran que en el espacio en sí. Se observa generosidad y detalle en el manejo de materiales y acabados, se muestra un diseño escaso, apagado y sin elementos fuertes de identificación

Uno de los deberes para con la comunidad es ayudarla a conocerse y apreciarse a si misma, proceso que definitivamente pasa por conocer y apreciar el espacio su espacio -.

Los que configuran y afectan la calidad del espacio, como son las cesiones, las volumetrías exteriores, los antejardines y el número y distribución de los estacionamientos privados y de visitantes.

La noción de espacio es aplicable a la totalidad de lugares y elementos de la ciudad, de propiedad colectiva o privada, que albergan el cotidiano transcurrir de la vida colectiva, ya que enlazan y entretajan el ámbito propio de la arquitectura con su dimensión urbana, posibilitando la vida ciudadana en la medida en que son ellos los lugares de expresión y apropiación social por excelencia.

:Zd =9Z9 d= d Z9 d =Z= d9 Z=Z rd9 d dx d9 rd  
inalienable y prevalente sobre el interés privado, se constituye en la noción fundamental que debe regir las acciones hoy requeridas en las ciudades colombianas, con el propósito de alcanzar en ellas una mejor y más plena calidad de vida para sus habitantes.

El espacio público debe integrar los elementos del primer nivel de zonificación sistemas ambientales y geográficos mayores -, con las zonas verdes, que permean el ambiente físico construido, en una única política global que ordene espacialmente los planes y programas futuros de los cuales luego puedan derivarse los respectivos proyectos sectoriales, zonales o locales y cualquier acción significativa.

Una plataforma efectiva que garantice acciones importantes sobre el espacio público, debe contemplar varias estrategias que operen simultáneamente con un criterio de permanencia, pues se hace preciso definir los mecanismos operativos y los criterios sustanciales, no sujetos a negociación alguna, que permitan la recuperación de las zonas.

Con el nombre de "mobiliario urbano" se conocen todos aquellos elementos que prestan un servicio al cotidiano discurrir de la vida en la ciudad y que, pese a su reducido tamaño, transparencia y liviandad, son compatibles con la fluidez y continuidad espacial del espacio público y, que por tanto, merecen ser adecuadamente ubicados en él para prestar un mejor servicio a los ciudadanos.

Entre mobiliario encontramos: teléfonos públicos, buzones, mogador, bolardos, semáforos, luminarias, poste, rejillas, fuentes, surtidores de agua, canecas, puentes, señalización, entre otros (ver anexo 1).

#### **3.1.4. Diseño de la encuesta**

Nombre:

Edad:

1. Cree usted que la distribución del espacio físico para el mobiliario en el parque es el adecuado?

Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_

2. Le gusta el diseño del mobiliario y la arquitectura del parque de la unidad?

Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_

3. Le parece adecuada:

La iluminación\_\_\_\_\_

Las bancas\_\_\_\_\_

Las mesas\_\_\_\_\_

Las basureras\_\_\_\_\_

Los bolardos\_\_\_\_\_

Tanto en forma, colores y textura

NOTA: Marca si o no a cada una de las anteriores.

4. Que le gustaría encontrar novedoso en el mobiliario del parque de la  
unidad?

Fuente\_\_\_\_\_

Juegos\_\_\_\_\_

Juegos extremos\_\_\_\_\_

Basureras\_\_\_\_\_

Banca\_\_\_\_\_

Caminos\_\_\_\_\_

Bolardos\_\_\_\_\_

Lámparas\_\_\_\_\_

Señalización\_\_\_\_\_

ñ X 3 é G 4 Z Ø d Zd 1 Ø Z d Z E

5. Que concepto le gustaría que tuviese el mobiliario del parque de la  
unidad?

Tranquilo\_\_\_\_\_

Natural\_\_\_\_\_

Frescura\_\_\_\_\_

Orgánico\_\_\_\_\_

Mutación\_\_\_\_\_

6. Que formas le gustaría para un nuevo parque?

Planas\_\_\_\_\_

Curvas\_\_\_\_\_

7. De que material le gustaría que fuera el mobiliario para el parque?

Plástico\_\_\_\_\_

Acero\_\_\_\_\_

Aluminio\_\_\_\_\_

Madera\_\_\_\_\_

Cemento\_\_\_\_\_

### **3.1.5.Tabulación de la encuesta**

Se tabula los resultados de las encuestas mostrando gráficamente lo que el consumidor le gustaría para el mobiliario urbano de los parques de las unidades residenciales (ver anexo 2).

### **3.1.6.Definir segmento**

Aquí concluimos que el segmento de mercado al que nos podemos dirigir es a personas entre los 21 y 45 años, de los estratos 5 y 6, que frecuentan el parque de las unidades residenciales.

### **3.1.7.Competencia de mobiliario existente**

Se hace un descripción de los productos que actualmente se utilizan en el mobiliario urbano de las unidades como: materiales, tamaños, colores, entre otros (Ver anexo 3).

### **3.1.8. Conclusiones**

- ❖ La mayoría de las personas encuestadas fueron mujeres, el 70% mujeres y 30% hombres.

El 16% de las personas dicen que el diseño es el adecuado y el 84% dicen que no es el adecuado.

El 44% de las personas dicen que les gusta el diseño del mobiliario y la

Le parece adecuada: la iluminación, las bancas, las fuentes, los juegos, los juegos extremos, las basureras, las sillas, los andenes, los bolardos, las lámparas, la señalización.

A las personas encuestada les gustaría encontrar novedoso en el mobiliario del parque, 8% fuentes, 5% juegos, 4% juegos extremos, 6% basureras, 26% sillas, 4% andenes, 9% bolardos, 21% lámparas, 17% señalización.

A la gente encuestada les gustaría encontrar en el parque con el concepto, tranquilidad 36%, natural 36%, fresca 18%, orgánico 10% y mutante al 0%.

Al 4% de las personas les gustarían las formas planas y al 96% formas curvas.

Al 56% de las personas les gusta el mobiliario en plástico, al 12% en acero, al 18% en aluminio y al 14% en madera.

## 4. PROCESO DE DISEÑO

### 4.1. METODOLOGIA DE DISEÑO

Para el proceso de diseño se utilizarán varias metodologías que se combinan en una sola. Eco-diseño, diseño metódico con diferentes variaciones propuestas y la construcción de un alfabeto visual a partir de un referente y concepto. Esta unión da el resultado de la metodología que se ha aplicado al diseño de producto (Ver figura 2).

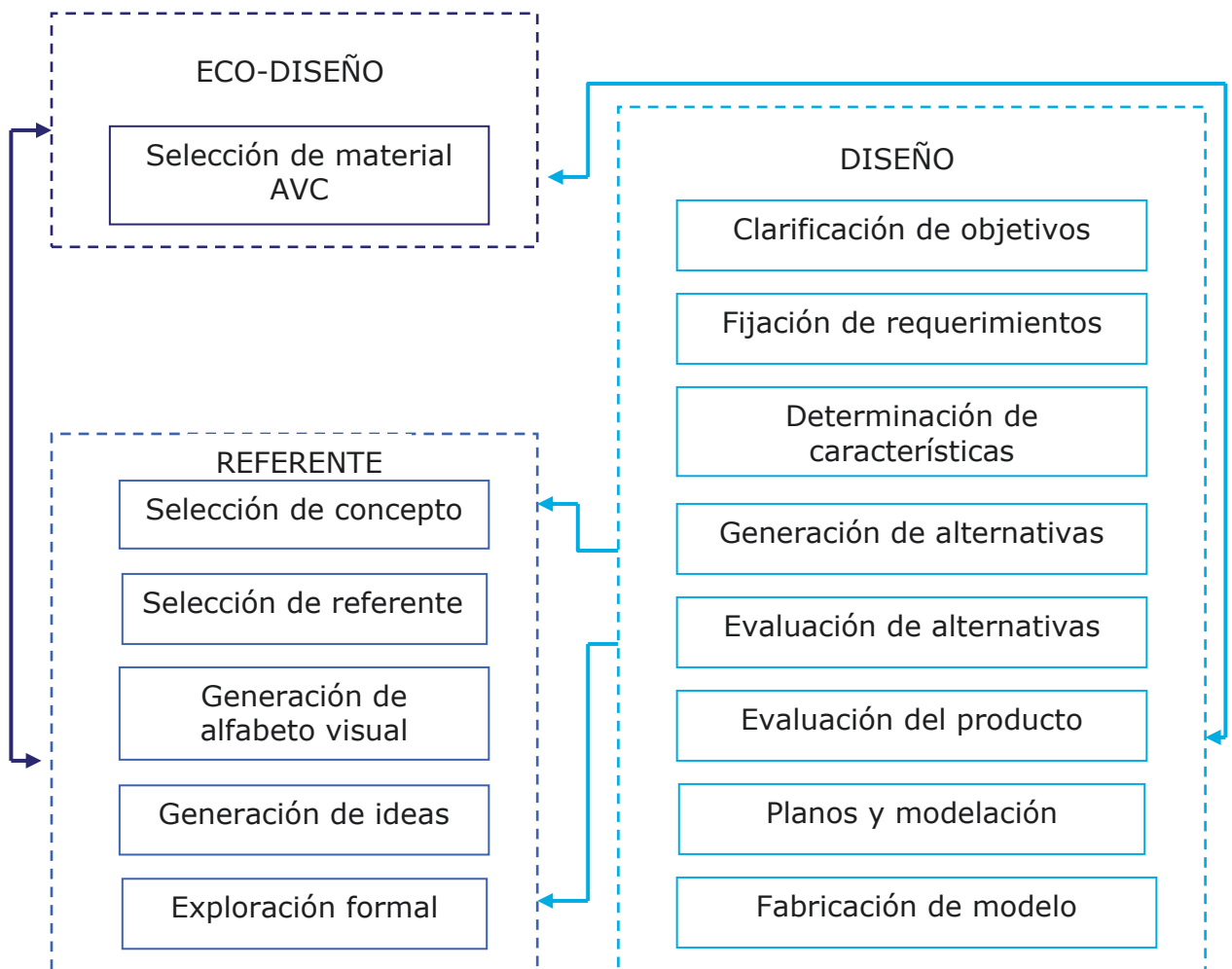


Figure 2. Metodología de proceso de diseño

#### 4.1.1. Clarificación de los objetivos

En esta etapa se busca establecer un conjunto de requerimientos, especificaciones y deseos que la pieza diseñada debe satisfacer al consumidor. Para la elaboración de esta etapa se utiliza el método de Árbol donde se definen los objetivos y los medios para lograrlos. (Ver figura 3).

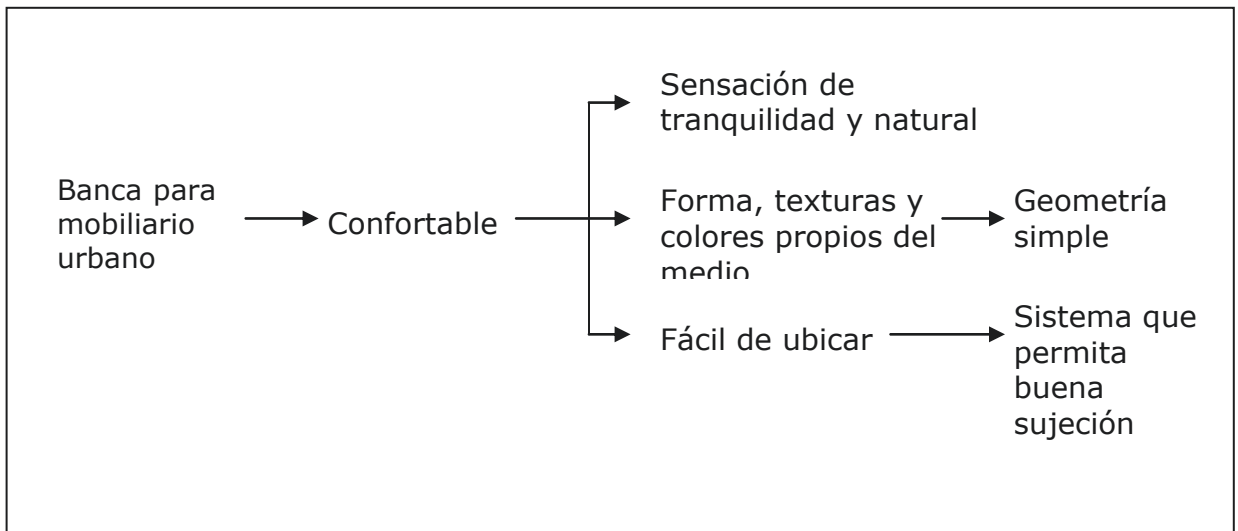


Figure 3. Árbol de funciones

#### 4.1.2. Fijación de requerimientos

Al momento de diseñar el producto es importante conocer los límites que se deben tener en cuenta, estos hacen referencia a los límites de costo, tamaño, desempeño, ambiente, seguridad, entre otros. Todos estos requerimientos son los que comprenden las especificaciones del producto (ver tabla 1).

### **4.1.3. Determinación de características**

La determinación de las características busca traducir los deseos de dicho consumidor en medibles. Al unir los requerimientos de ingeniería con las características medibles, se logra tener una tabla de especificaciones de diseño de producto en las cuales se valore cada requerimiento según la importancia que tenga dentro del diseño (ver tabla 1).

### **4.1.4. Generación de alternativas**

Lo que se busca en dicha etapa es crear alternativas de solución. Un método utilizado es el "diagrama morfológico", para crear una parte de soluciones formales a cada una de las funciones. Luego estas soluciones se combinan creando una gama de diseños que dan solución a la necesidad planteada (ver figura 4).

**Tabla 1. Especificación de diseño de productos**

CARACTERISTICAS	REQUERIMIENTO	DESEO	ESPECIFICACIONES	GRADO DE IMPORTANCIA
<b>DESEMPEÑO</b>				
Soporte de peso	X		Peso 60 a 160 kl	5
Duración del producto	X		Duración por varios años (4 a 6 años)	4
Material absorbente	X		Material NO absorbente	5
<b>AMBIENTE DE USO</b>				
Intemperie: Resistencia térmica / Resistencia a la humedad	X		Radiación solar, lluvias	5
<b>MANTENIMIENTO</b>				
Fácil de limpiar		X	Superficie lisa	4
		X	Formas curvas	4
<b>EMPAQUE</b>				
Minimizar volumen del empaque	X		Forma de empaque acorde con la forma del producto	2
<b>MANUFACTURA</b>				
Facilidad de manufactura	X		Proceso de fabricación simple, acorde con lo que se encuentra en la industria Colombiana	4
Pocos materiales	X		Utilizar un solo tipo de material recuperado	4
<b>PESO</b>				
Minimizar peso del producto		X	Material amigable con el medio ambiente	3

TAMAÑO				
Tamaño adecuado para su uso y lugar de uso	X		Altura del asiento: Mayor o igual a 381 mm, menor o igual 482 mm. Ancho del asiento: Mayor o igual a 406 mm, menor o igual 762 mm	4
ESTETICA Y ACABADO				
Buena apariencia física		X	Buen acabado	5
Formas armónicas		X	Formas circulares	4
Colores		X	Que utilice colores agradables para el contexto y el usuario	2
Acabado superficial que evite acumulación de residuos		X	Superficie lisa (baja rugosidad)	2
MATERIALES				
Material recuperado	X		Termoplástico	5
Disponibilidad	X		Material de fácil acceso en el mercado para diferentes empresas	4
SEGURIDAD				
Generar seguridad al usuario	X		Evitar las aristas y ángulos agudos	3
			Evitar materiales frágiles	
Producto no toxico	X		Material aséptico	3
ERGONOMICA				
Dimensiones adecuadas en producto hombre	X		Que sea cómodo, permita una postura adecuada	4

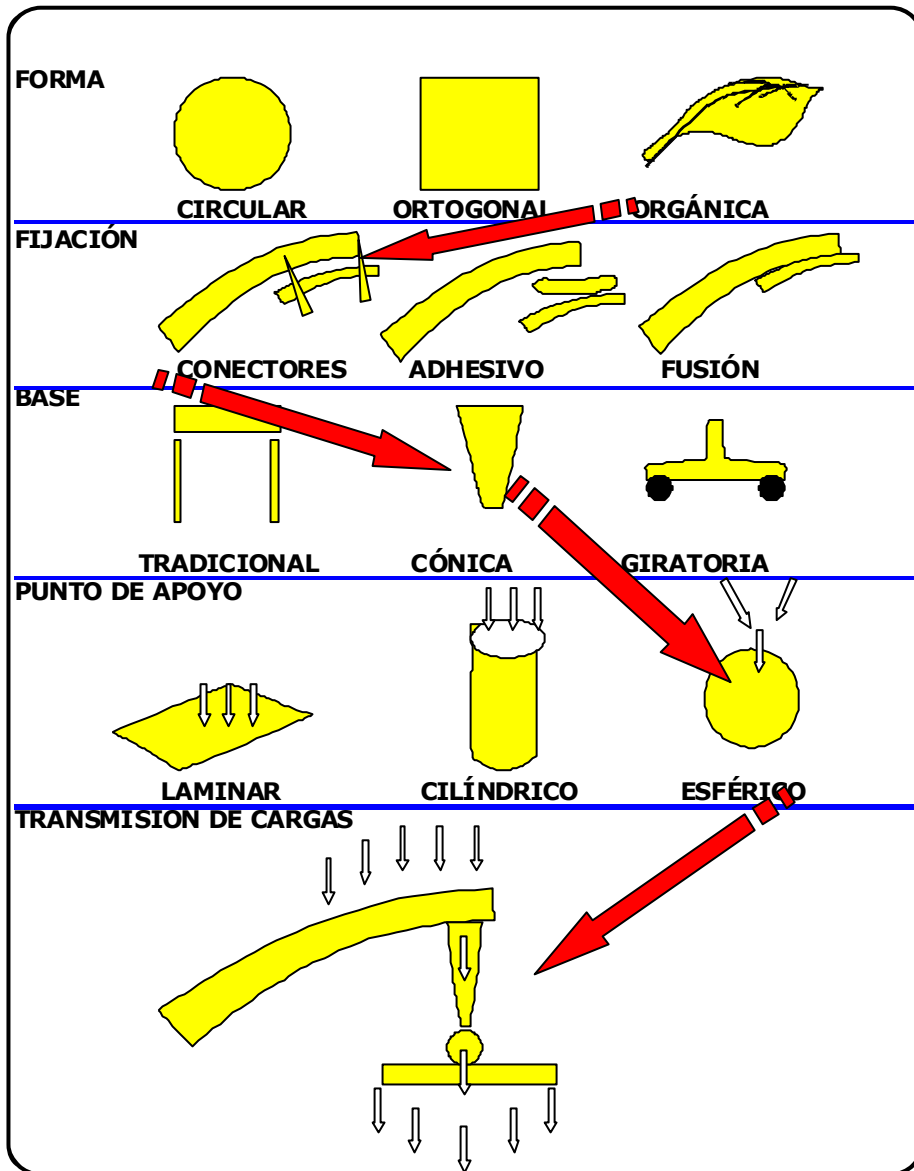


Figure 4. Diagrama morfológico

#### **4.1.4.1. Selección de concepto**

Luego de tener definido el segmento de personas de 21 a 45 años se crea un cuadro de imágenes "lifestyle board" (ver figura 5), donde se muestra el usuario y se refleja su estilo de vida; se selecciona un concepto que vaya acorde con sus funciones, contexto y objetivos que debe cumplir el producto.

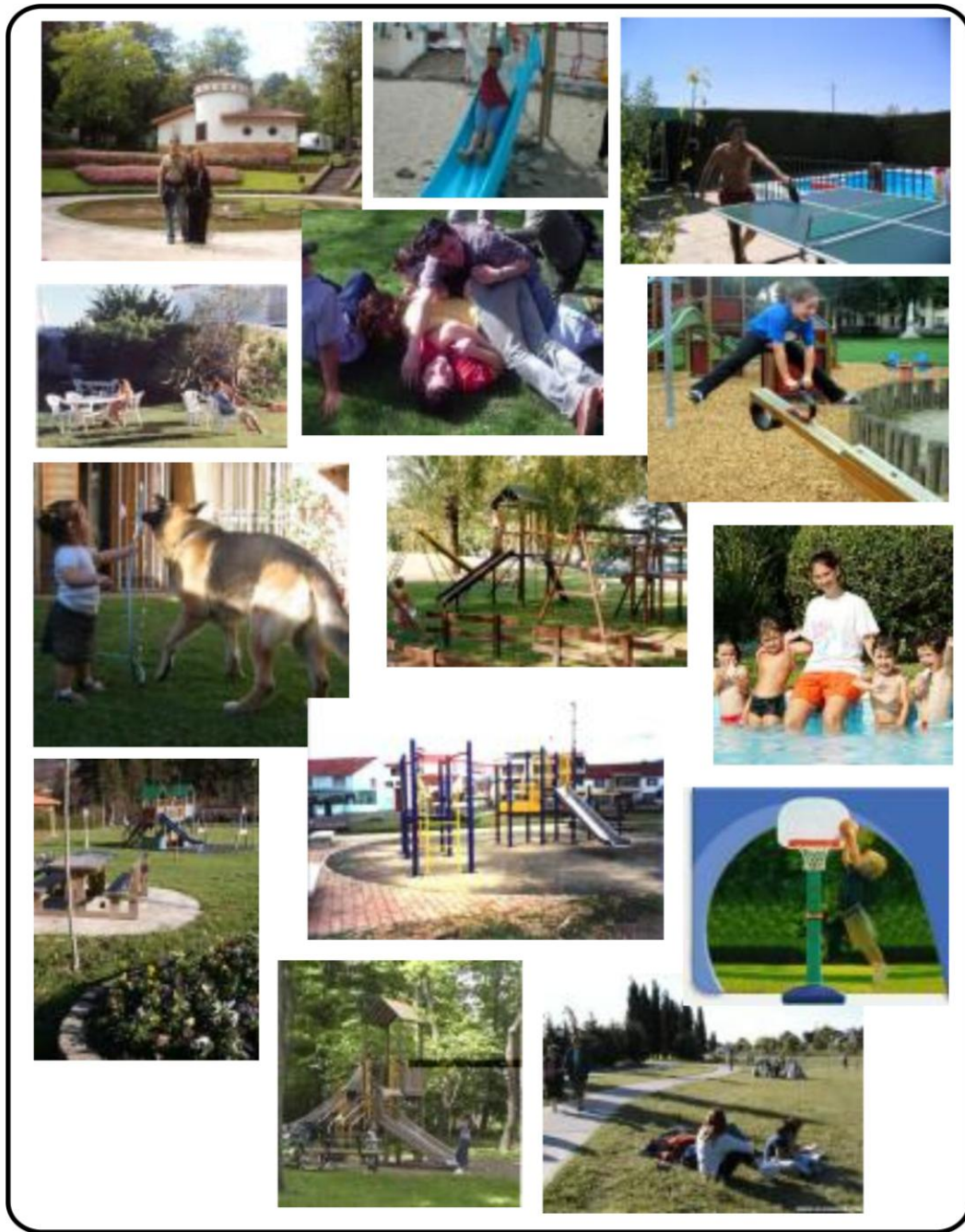
Este concepto debe ser traducido a formas, texturas, colores y junto con los principios de diseño que se seleccionen, es la base para generar las ideas de diseño.

El concepto seleccionado para el producto es:

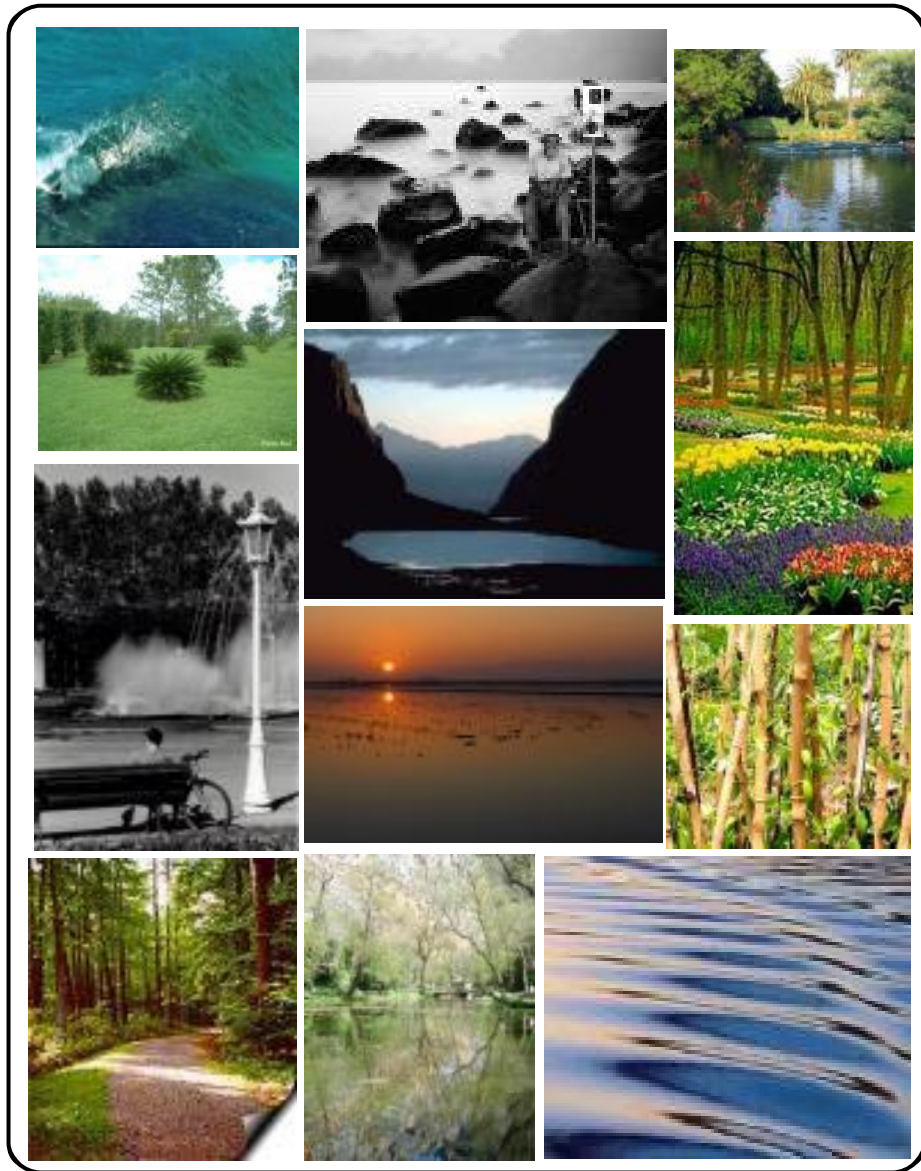
- ❖ Tranquilidad: Serenidad, calma, paz, seguridad, reposo y quietud.
- ❖ Natural: Formas orgánicas de la naturaleza (hoja-semillas).

Después de seleccionar el concepto se buscan objetos que reflejen éste y se crea un cuadro con imágenes "Mood board" (ver figura 6) que refleje las emociones y sensaciones que el producto debe proyectar de acuerdo con el concepto elegido.

Se crea otro cuadro con imágenes "visual theme" (ver figura 7) donde se muestra todos los productos que usa el usuario dentro del contexto en el que se utiliza el producto a diseñar. En este caso mobiliario urbano para parques de unidad.



**Figure 5. Lifestyle board**



**Figure 6. Mood board**



**Figure 7. Visual theme**

#### **4.1.4.2. Selección de referente**

Se selecciona un referente que representará en un mayor nivel el concepto de natural y tranquilidad, este caso se selecciona como referente la hoja que tiene una geometría simple (ver figura 8).



**Figure 8. Referente.**

#### **4.1.4.3. Generación de alfabeto visual**

Luego de elaborar el Mood board, lifestyle board y visual theme. Es a partir de esto, que se construye el alfabeto visual buscando la mayor cantidad posible de imágenes del referente para así, atraer la textura (ver figura 9) y colores (ver figura 10) que sirven como fuente de información y de soporte para la elaboración de las propuestas de diseño que se desarrollan en una etapa posterior.



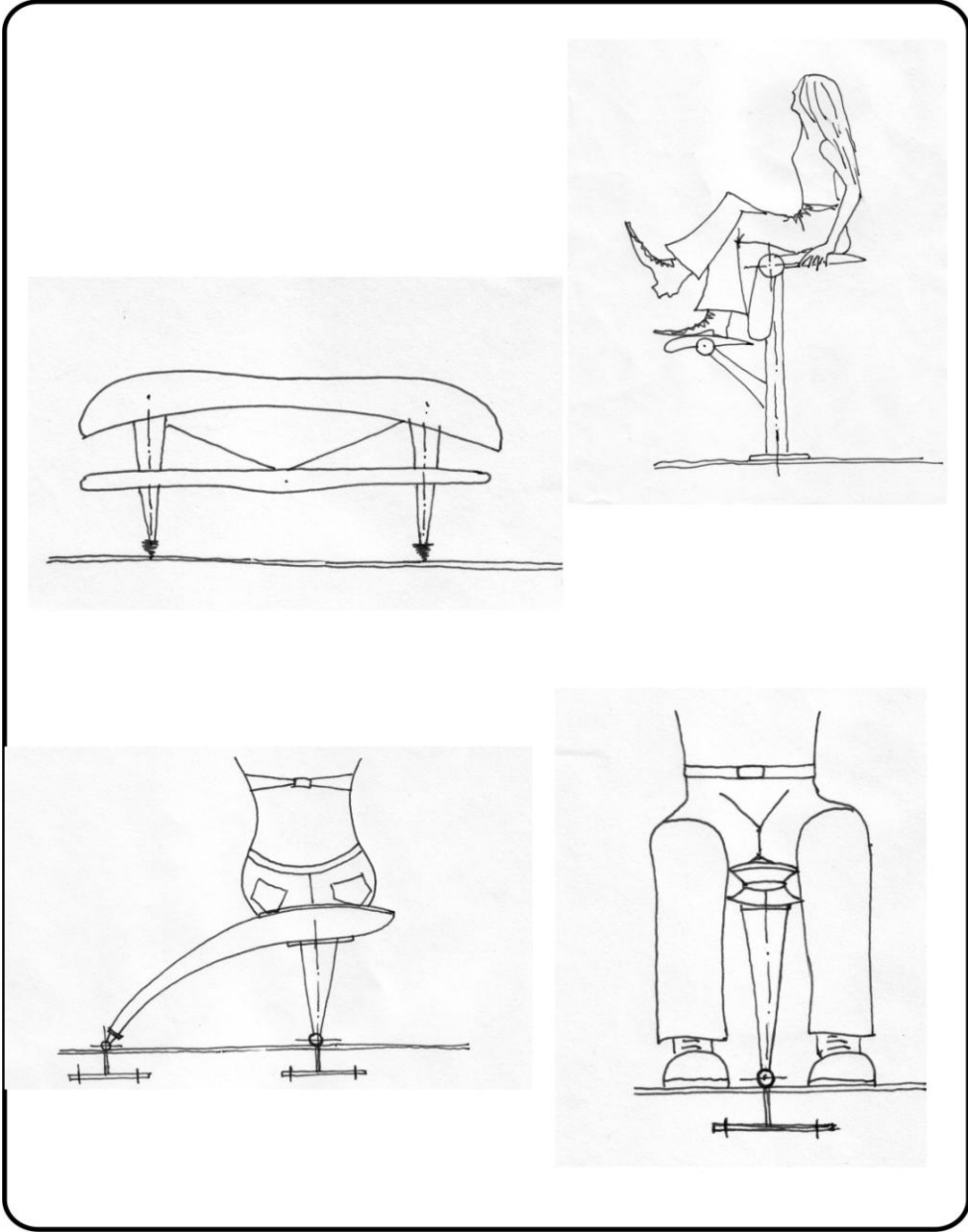
**Figure 9. Textura**

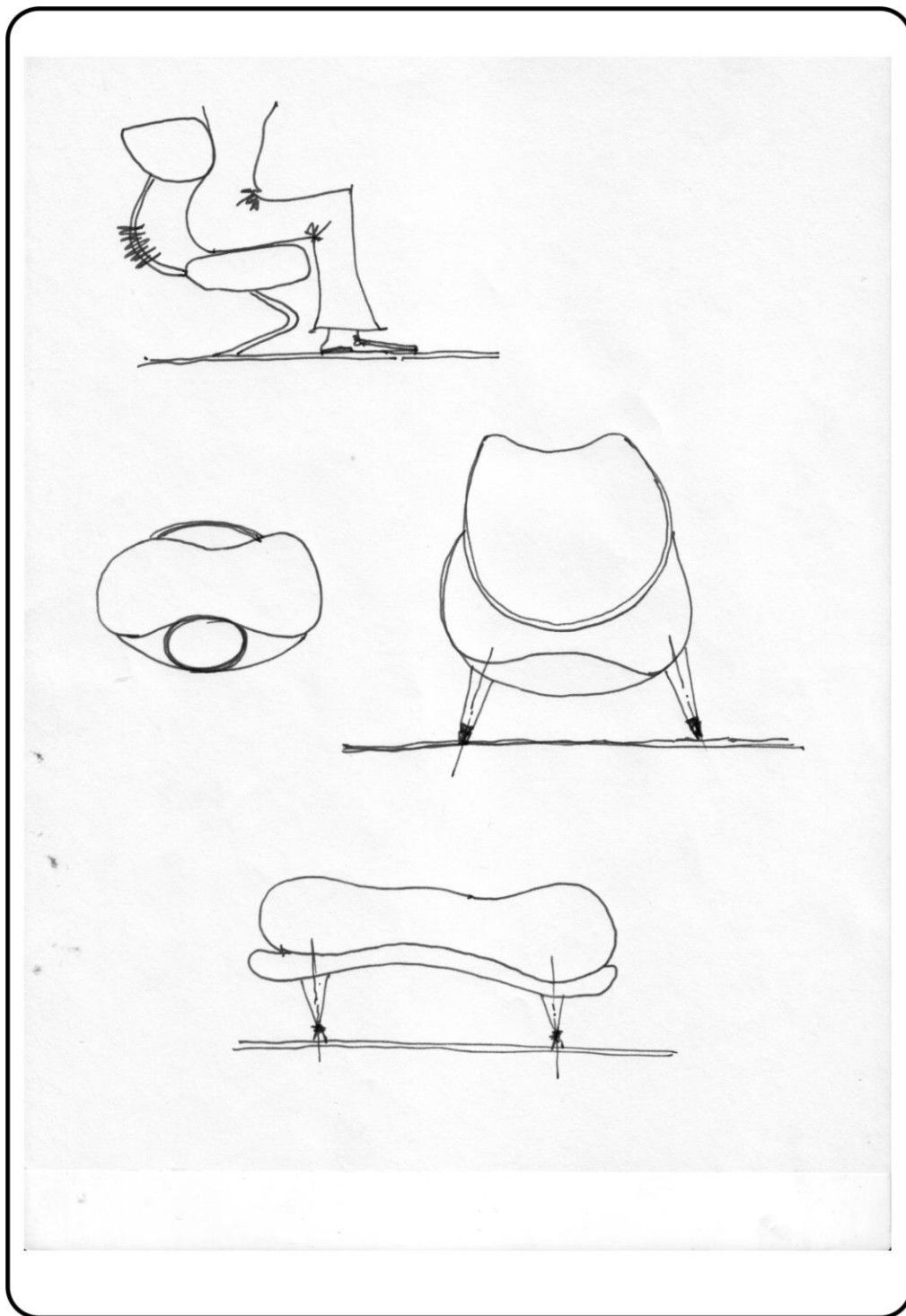


**Figure 10. Colores.**

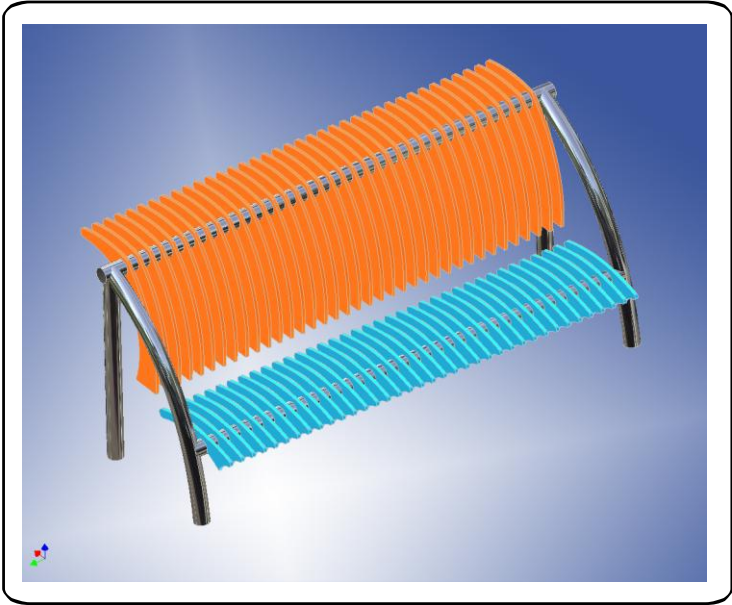
#### **4.1.4.4. Generación de ideas**

Utilizando todos los resultados obtenidos en la generación de alfabeto visual, se comienza a concretar diferentes formas hacia la elaboración de ideas específicas del producto (ver figura 11).

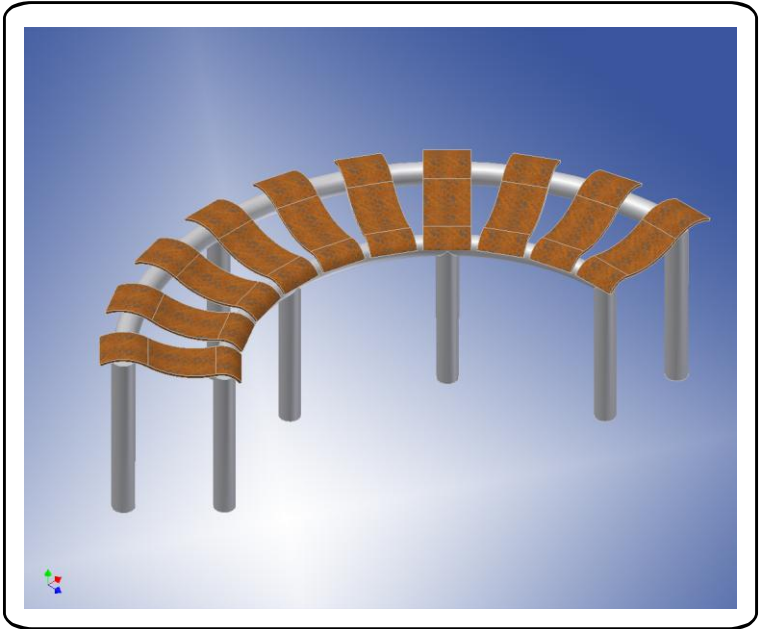




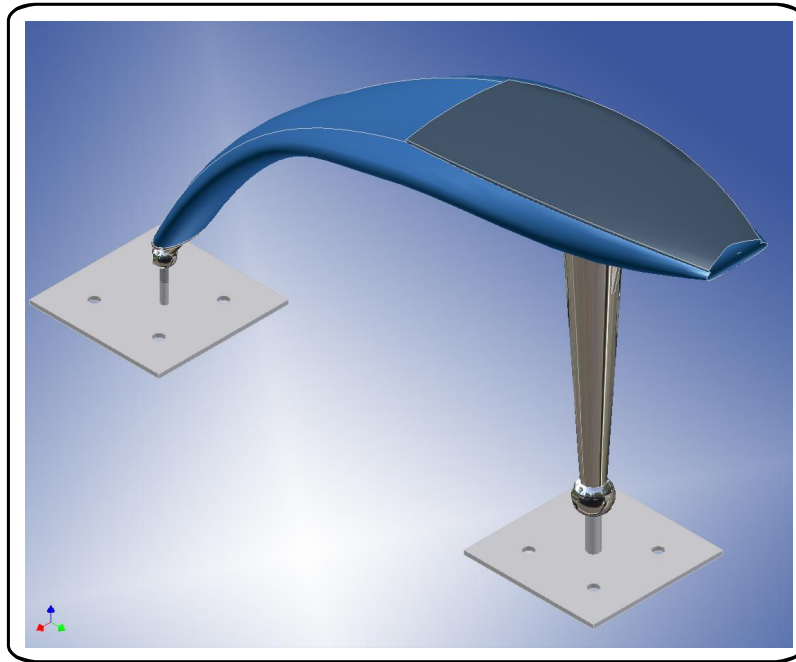
PROPUESTA 1



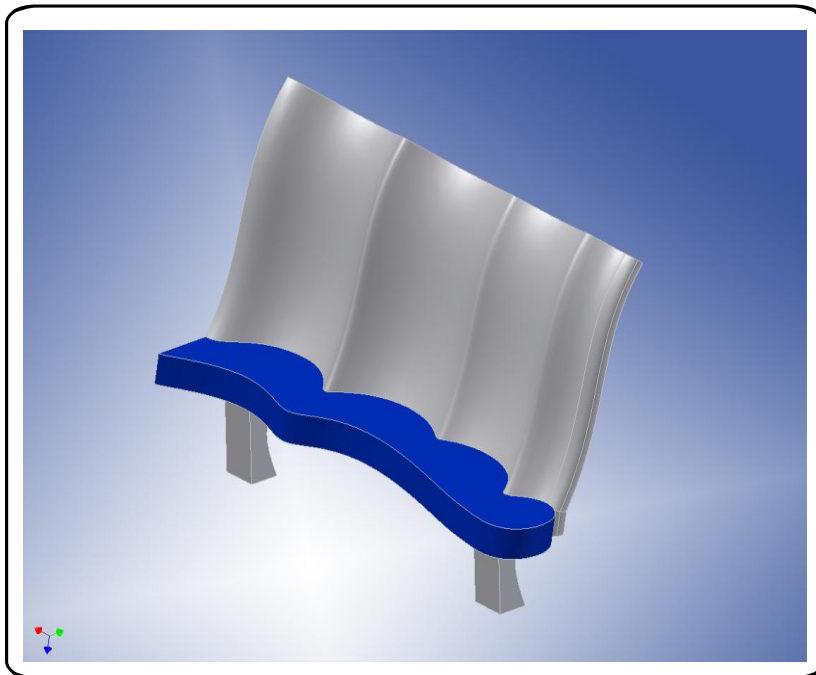
PROPUESTA 2



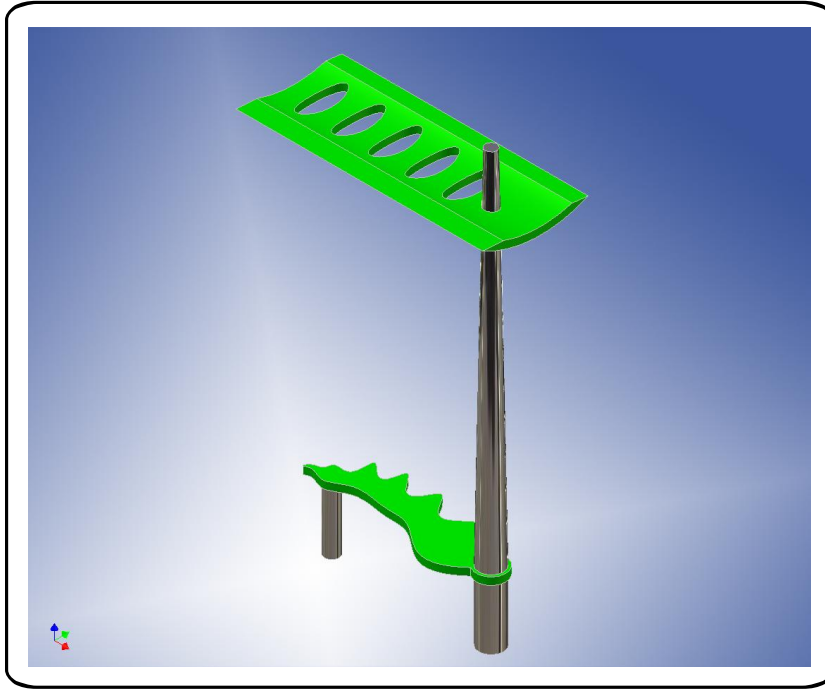
PROPUESTA 3



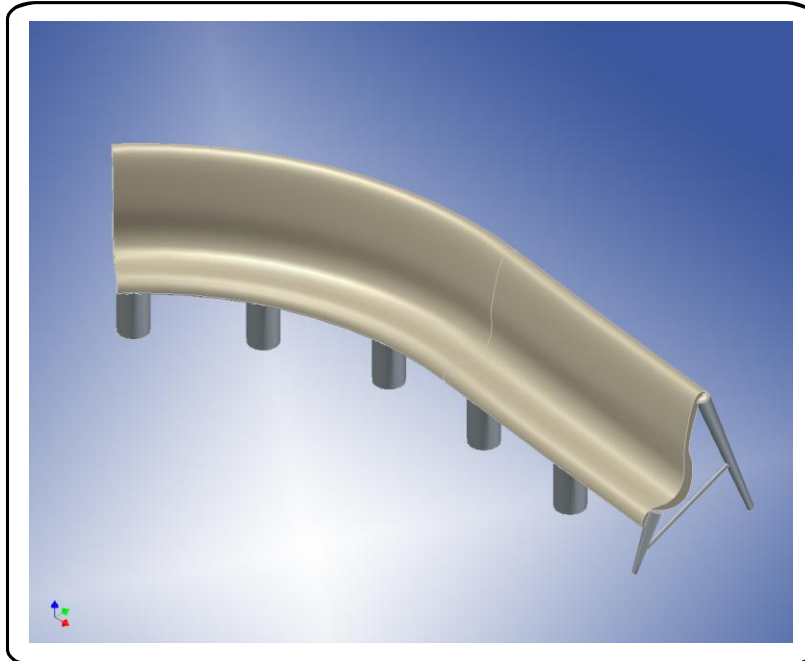
PROPUESTA 4



PROPUESTA 5



PROPUESTA 6



**Figure 11. Propuestas.**

#### 4.1.5. Evaluación de alternativas

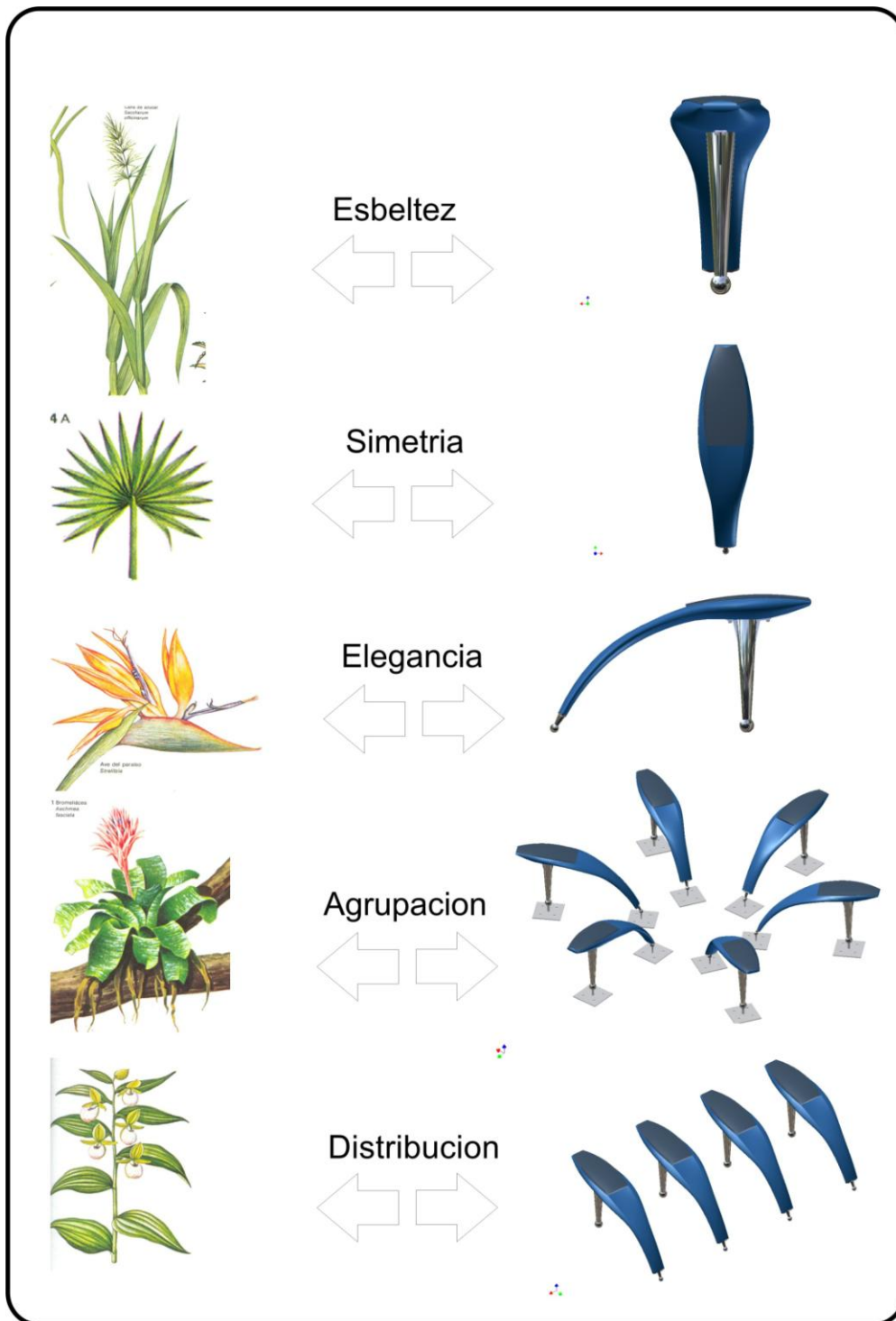
Después de haber generado diversas propuestas de diseño se evalúa la mejor alternativa que logre satisfacer las especificaciones de diseño (tabla 1). La calificación es de 1 a 5, siendo 5 la mayor y 1 el menor (ver tabla 2).

**Tabla 2. Evaluación de alternativas.**

CRITERIOS	1	2	3	4	5	6
Relación con el concepto "Tranquilidad y natural"	2	4	5	4	3	1
Ergonómico	2	4	4	4	3	2
Formas, colores y texturas adecuadas	3	3	5	4	2	2
Relación con el Liferty borrada, Mood borrada y Visual theme	2	3	4	3	2	3
	9	14	18	15	10	8

##### 4.1.5.1. Exploración formal

Después de evaluar las alternativas y seleccionar a partir de los requerimientos de diseño, se muestran las diferentes formas que fueron extraídas para concluir en el producto a desarrollar (banca); partiendo desde lo básico hasta sus diferentes transformaciones (ver figura 12).



**Figure 12. Exploración formal.**

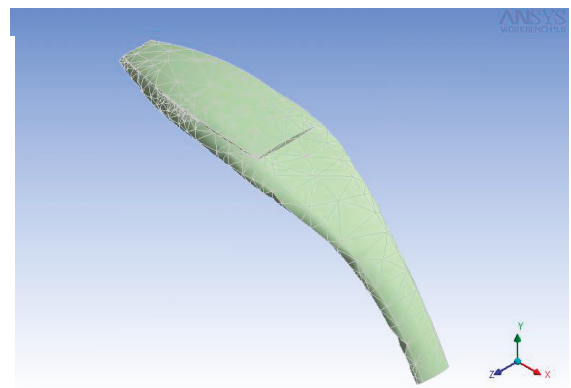
#### 4.1.6. Selección del material y análisis de ciclo de vida

Todo el estudio del material se encuentra en el capítulo 4.

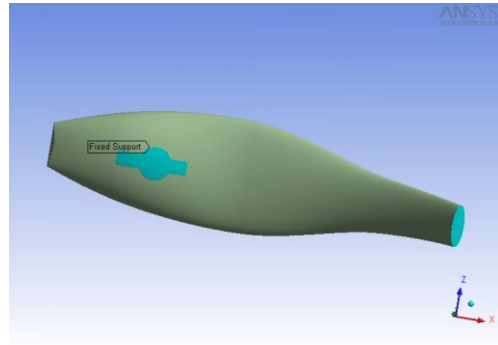
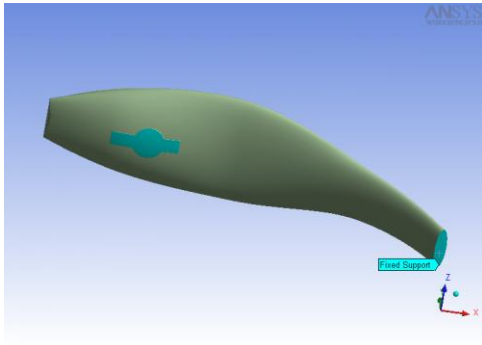
#### 4.1.7. Evaluación del producto

Luego de haber seleccionado el material y tener el diseño definitivo con todos sus requerimientos, se le realiza la prueba de resistencia a la pieza que va en el material seleccionado (polipropileno), todo lo correspondiente a la selección del material y estudio se encuentra en el capítulo 4, dicha prueba se realiza con dos peso en diferentes posiciones (ver figura 13).

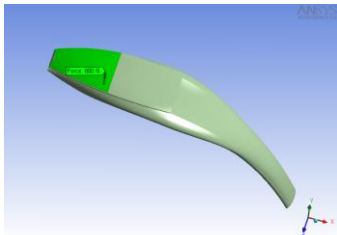
Polipropileno	
<input type="checkbox"/> <b>Structural</b> Add/Remove Properties	
<input type="checkbox"/> Young's Modulus	6. MPa
<input type="checkbox"/> Poisson's Ratio	0.33
<input type="checkbox"/> Density	9.e-007 kg/mm <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> Thermal Expansion	2.8e-006 1/°C



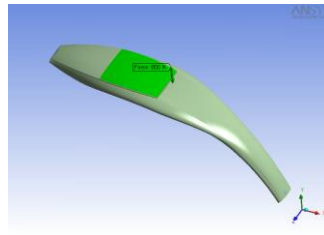
MALLADO



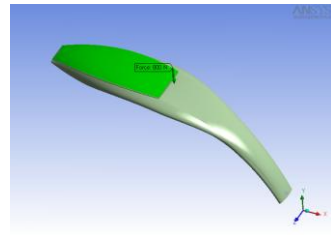
SORTE



FUERZA ADELANTE

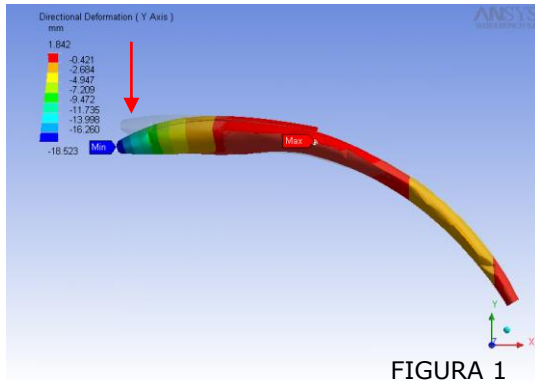


FUERZA ATRÁS



FUERZA EN TODA LA SUPERFICIE

DEFORMACION EN "Y" CON UN PESO DE 80 kg EN LA PARTE DE ADELANTE



Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 1, tendría una deformación máxima de 1.842 mm.

## DEFORMACION TOTAL CON UN PESO DE 80 kg EN LA PARTE DE ADELANTE

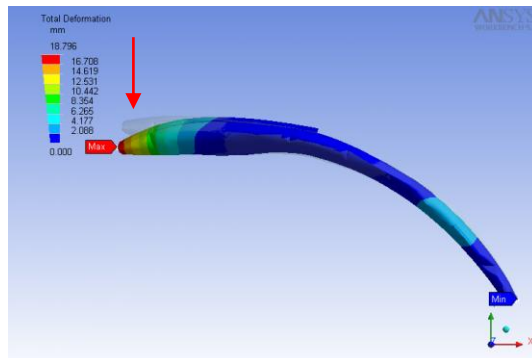


FIGURA 2

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 2, tendría una deformación total de 18.796 mm.

## ESFUERZO CON UN PESO DE 80 kg EN LA PARTE DE ADELANTE

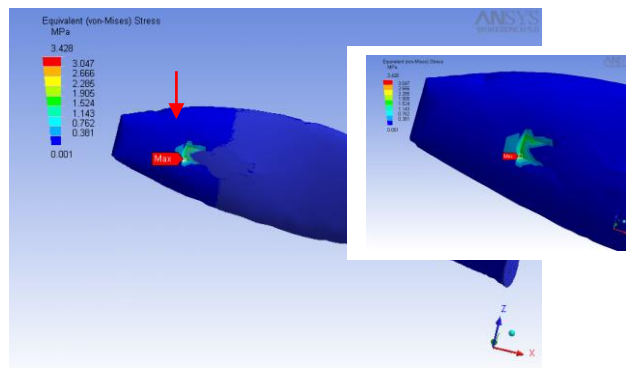


FIGURA 3

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 3, tendría una deformación total máxima de 3.428 Mpa.

Tiene un factor de seguridad 1.16 MPa.

## DEFORMACION EN "Y" CON UN PESO DE 80 kg EN LA PARTE DE ATRAS

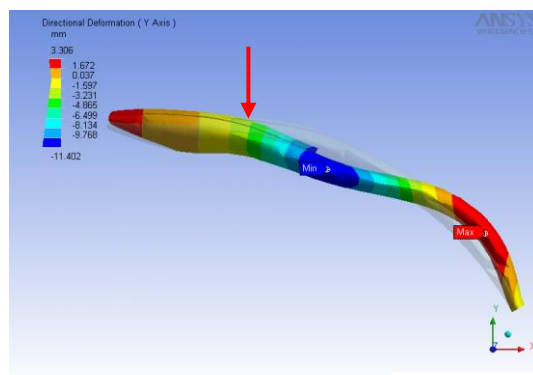


FIGURA 4

Una persona sentada en la parte de atrás de la banca como indica la figura 4, tendría una deformación máxima de 3.306 mm.

## DEFORMACION TOTAL CON UN PESO DE 80 kg EN LA PARTE DE ATRAS

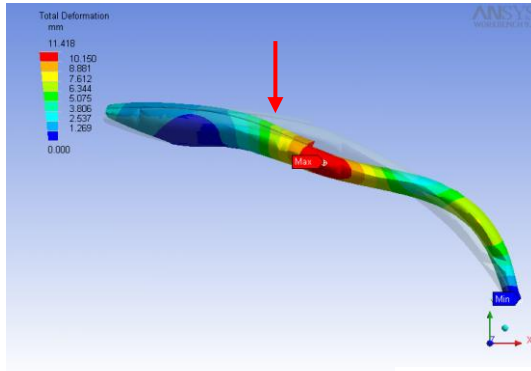


FIGURA 5

Una persona sentada en la parte de atrás de la banca como indica la figura 5, tendría una deformación total máxima de 11.418 mm.

## ESFUERZO CON UN PESO DE 80 kg EN LA PARTE DE ATRAS

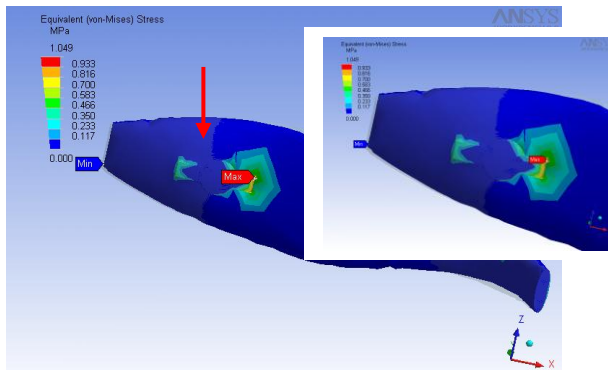


FIGURA 6

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 6, tendría una deformación total máxima de 1.049 Mpa. Tiene un factor de seguridad 3.813 MPa.

## DEFORMACION EN "Y" CON UN PESO DE 80 kg EN TODA LA SUPERFICIE

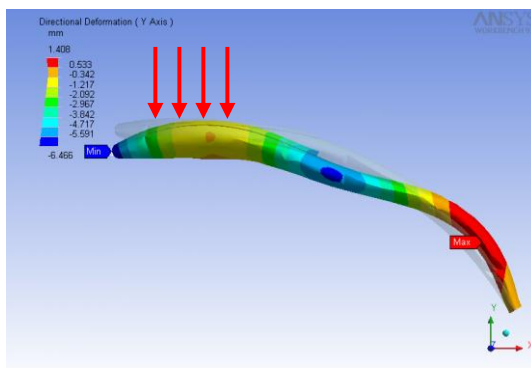


FIGURA 7

Una persona sentada en toda la superficie de la banca como indica la figura 7, tendría una deformación máxima de 1.408 mm.

## DEFORMACION TOTAL CON UN PESO DE 80 kg EN TODA LA SUPERFICIE

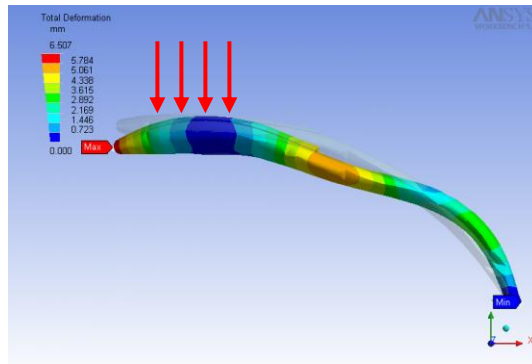


FIGURA 8

Una persona sentada en toda la superficie de la banca como indica la figura 8, tendría una deformación total máxima de 6.507 mm.

## ESFUERZO CON UN PESO DE 80 kg EN TODA LA SUPERFICIE

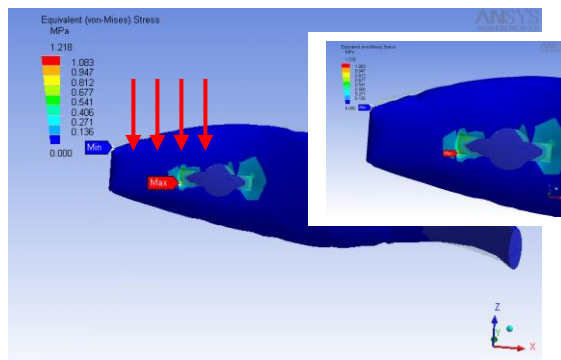
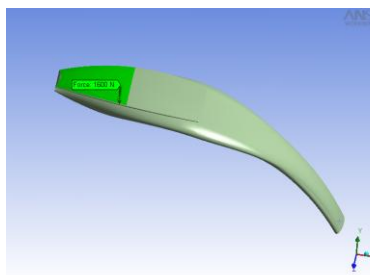
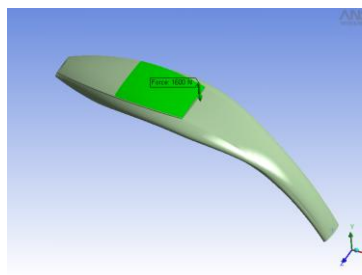


FIGURA 9

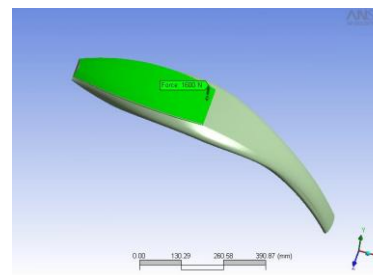
Una persona sentada en toda la superficie de la banca como indica la figura 9, tendría una deformación total máxima de 1.218 Mpa. Tiene un factor de seguridad 3.284 MPa.



FUERZA ADELANTE



FUERZA ATRÁS



FUERZA EN TODA LA SUPERFICIE

## DEFORMACION EN "Y" CON UN PESO DE 160 kg EN LA PARTE DE ADELANTE

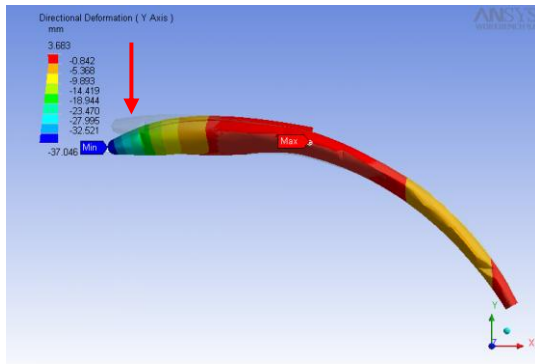


FIGURA 10

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 10, tendría una deformación máxima de 3.683 mm.

## DEFORMACION TOTAL CON UN PESO DE 160 kg EN LA PARTE DE ADELANTE

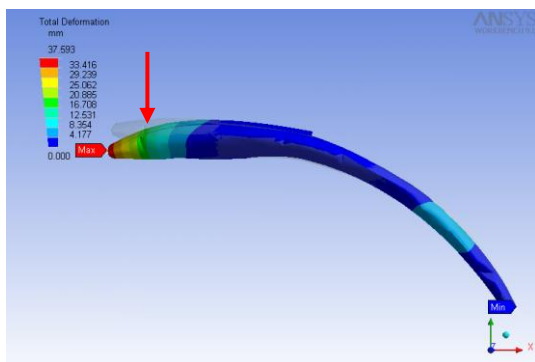


FIGURA 11

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 11, tendrá una deformación total de 31.593 mm.

## ESFUERZO CON UN PESO DE 160 kg EN LA PARTE DE ADELANTE

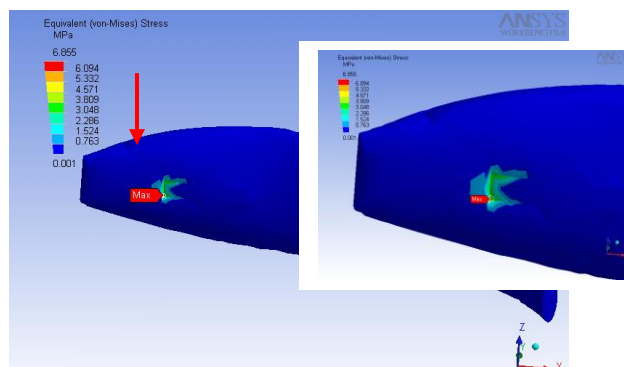


FIGURA 12

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 12, tendría una deformación total máxima de 6.855 MPa. Tiene un factor de seguridad 0.58 MPa.

### DEFORMACION EN "Y" CON UN PESO DE 160 kg EN LA PARTE DE ATRAS

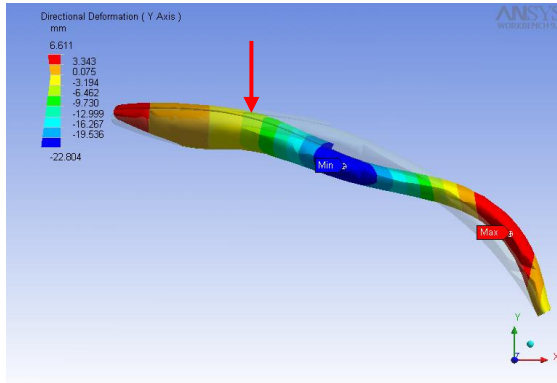


FIGURA 13

Una persona sentada en la parte de atrás de la banca como indica la figura 13, tendría una deformación máxima de 6.611 mm.

### DEFORMACION TOTAL CON UN PESO DE 160 kg EN LA PARTE DE ATRAS

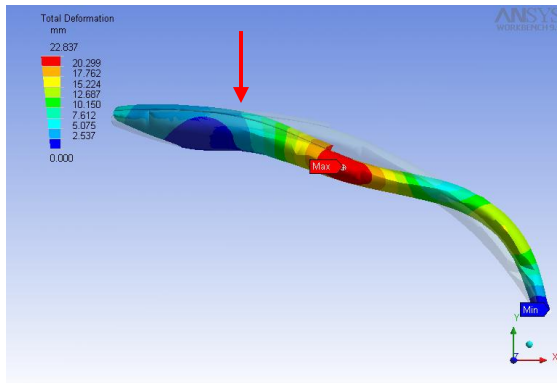


FIGURA 14

Una persona sentada en la parte de atrás de la banca como indica la figura 14, tendría una deformación total máxima de 22.837 mm.

### ESFUERZO CON UN PESO DE 160 kg EN LA PARTE DE ATRAS

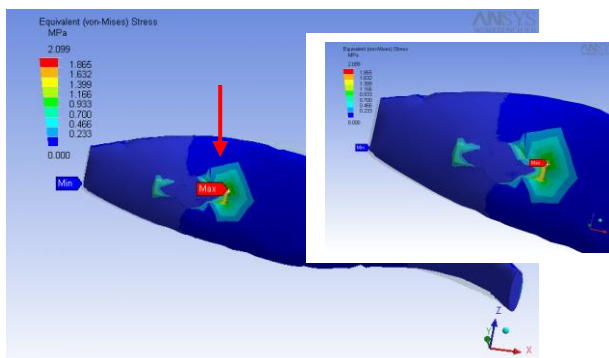


FIGURA 15

Una persona sentada en la parte de adelante de la banca como indica la figura 15, tendría una deformación total máxima de 2.099 Mpa. Tiene un factor de seguridad 1.9 Mpa.

### DEFORMACION EN "Y" CON UN PESO DE 160 kg EN TODA LA SUPERFICIE

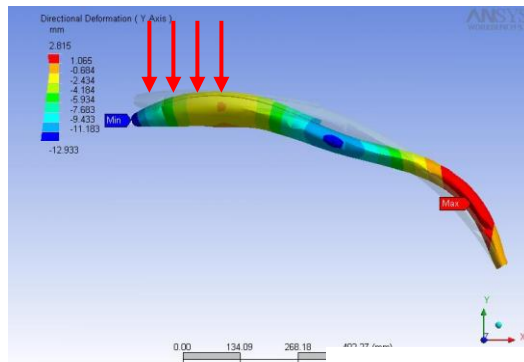


FIGURA 16

Una persona sentada en toda la superficie de la banca como indica la figura 16, tendría una deformación máxima de 2.815 mm.

DEFORMACION TOTAL CON UN PESO DE 160 kg EN TODA LA SUPERFICIE

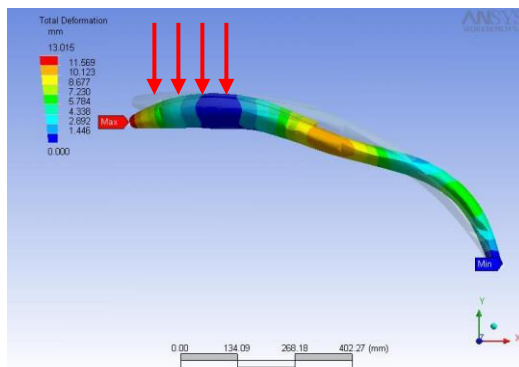


FIGURA 17

Una persona sentada en toda la superficie de la banca como indica la figura 17, tendría una deformación total máxima de 13.015 mm.

ESFUERZO CON UN PESO DE 80 kg EN TODA LA SUPERFICIE

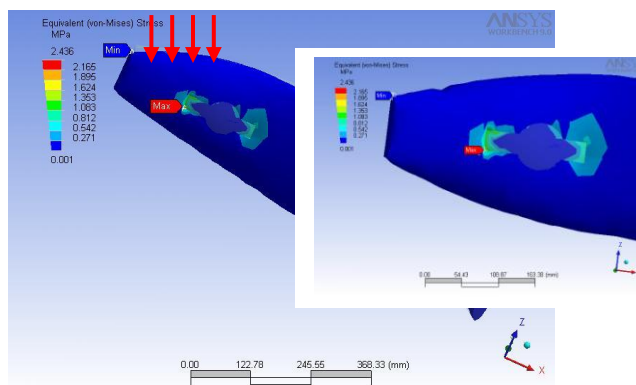


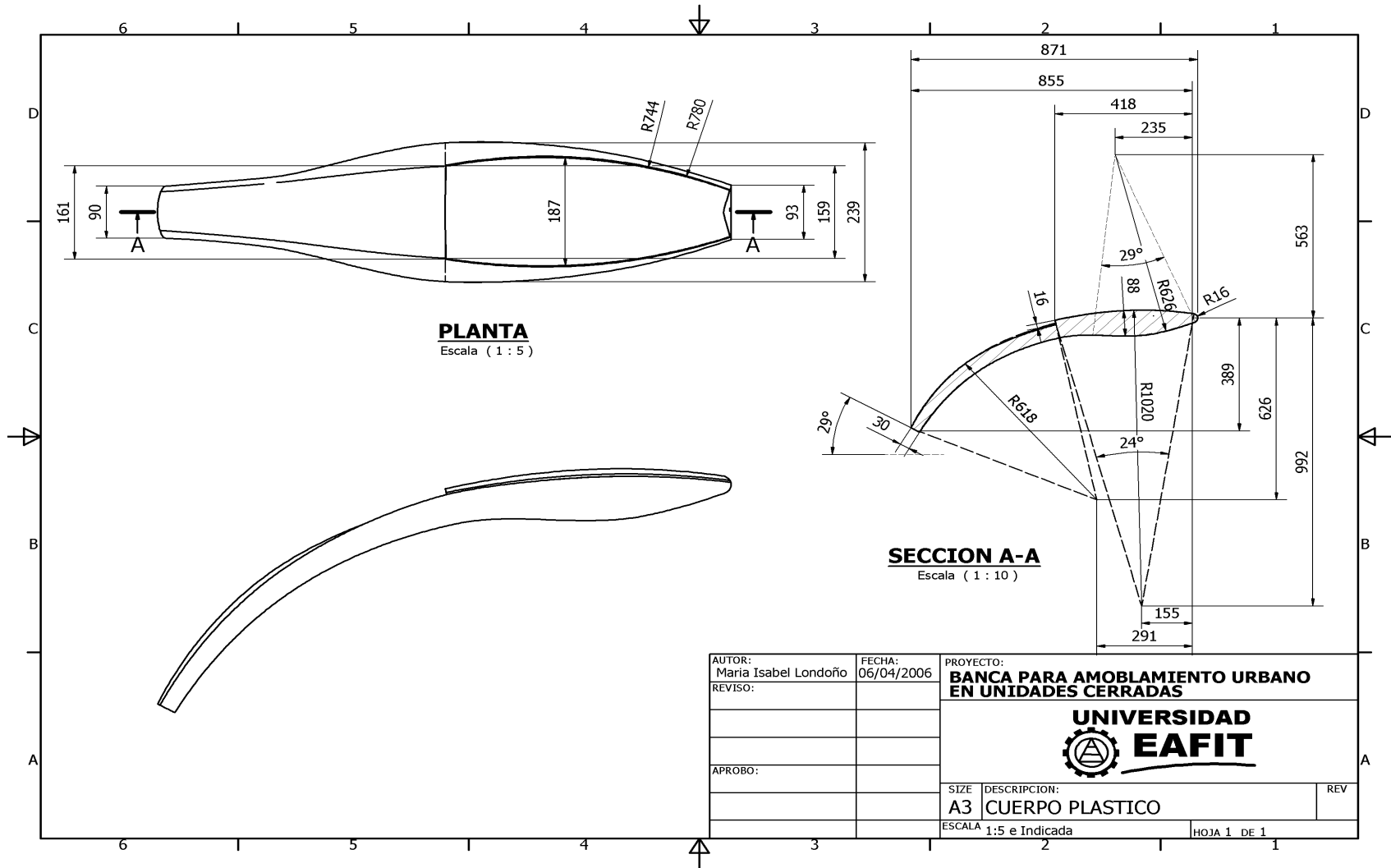
FIGURA 18

Una persona sentada en toda la superficie de la banca como indica la figura 18, tendría una deformación total máxima de 2.436 Mpa. Tiene un factor de seguridad 1.64 MPa.

Figure 13. Pruebas

#### **4.1.8. Planos y modelación**

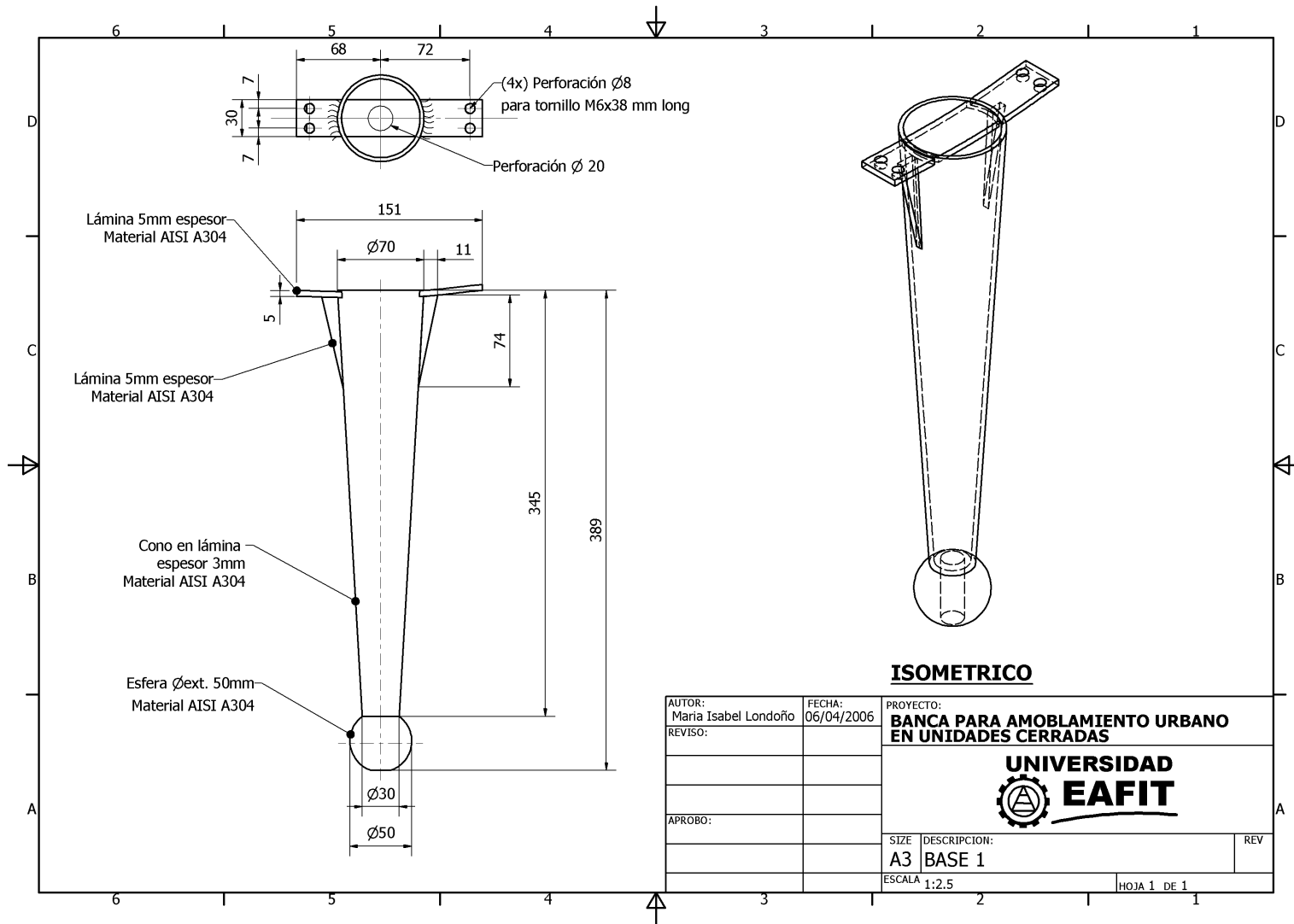
Después de evaluar las diferentes propuestas y seleccionar la definitiva se presentan planos y modelación del producto final con sus detalles.

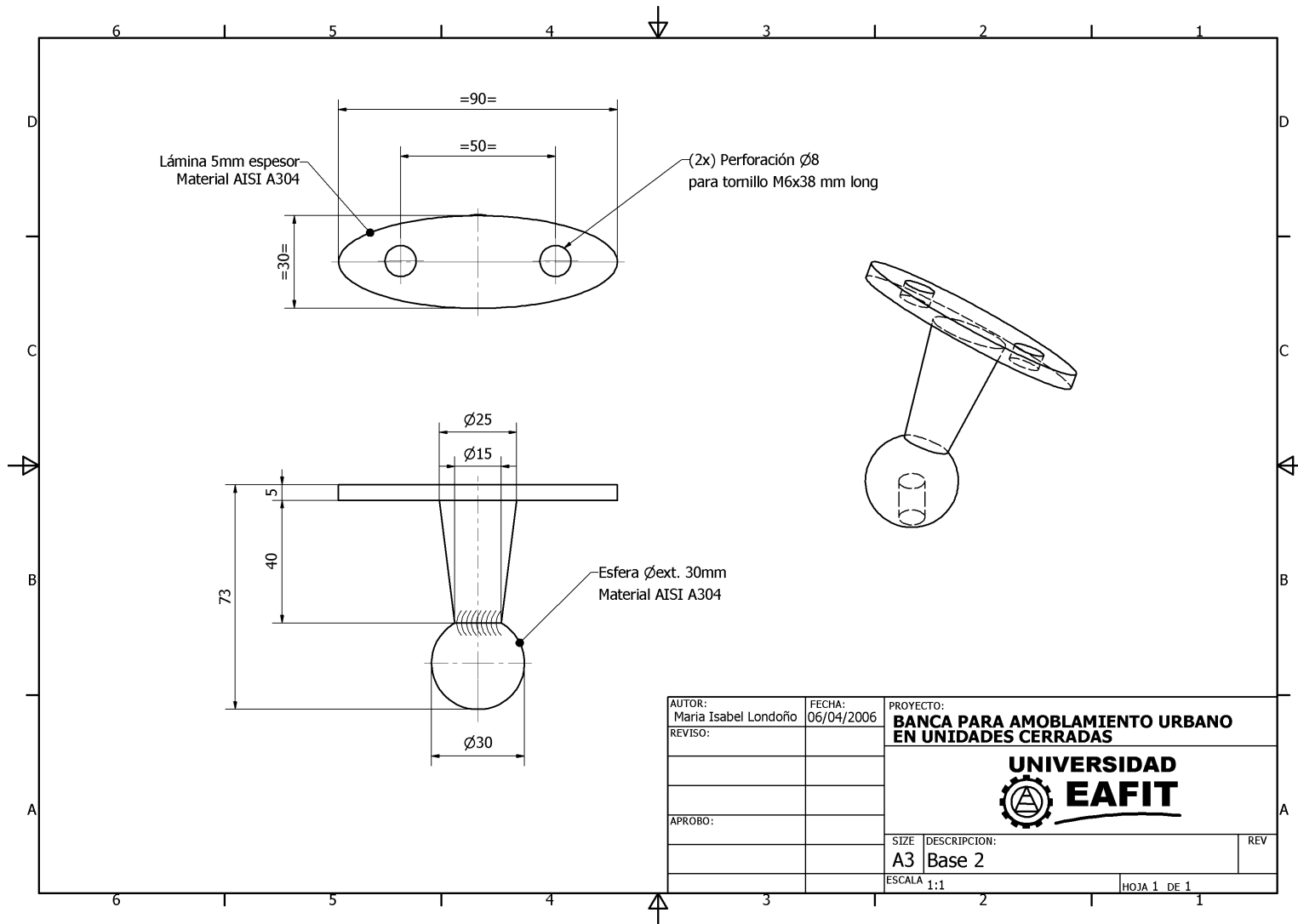



**PLANTA**  
Escala ( 1 : 5 )

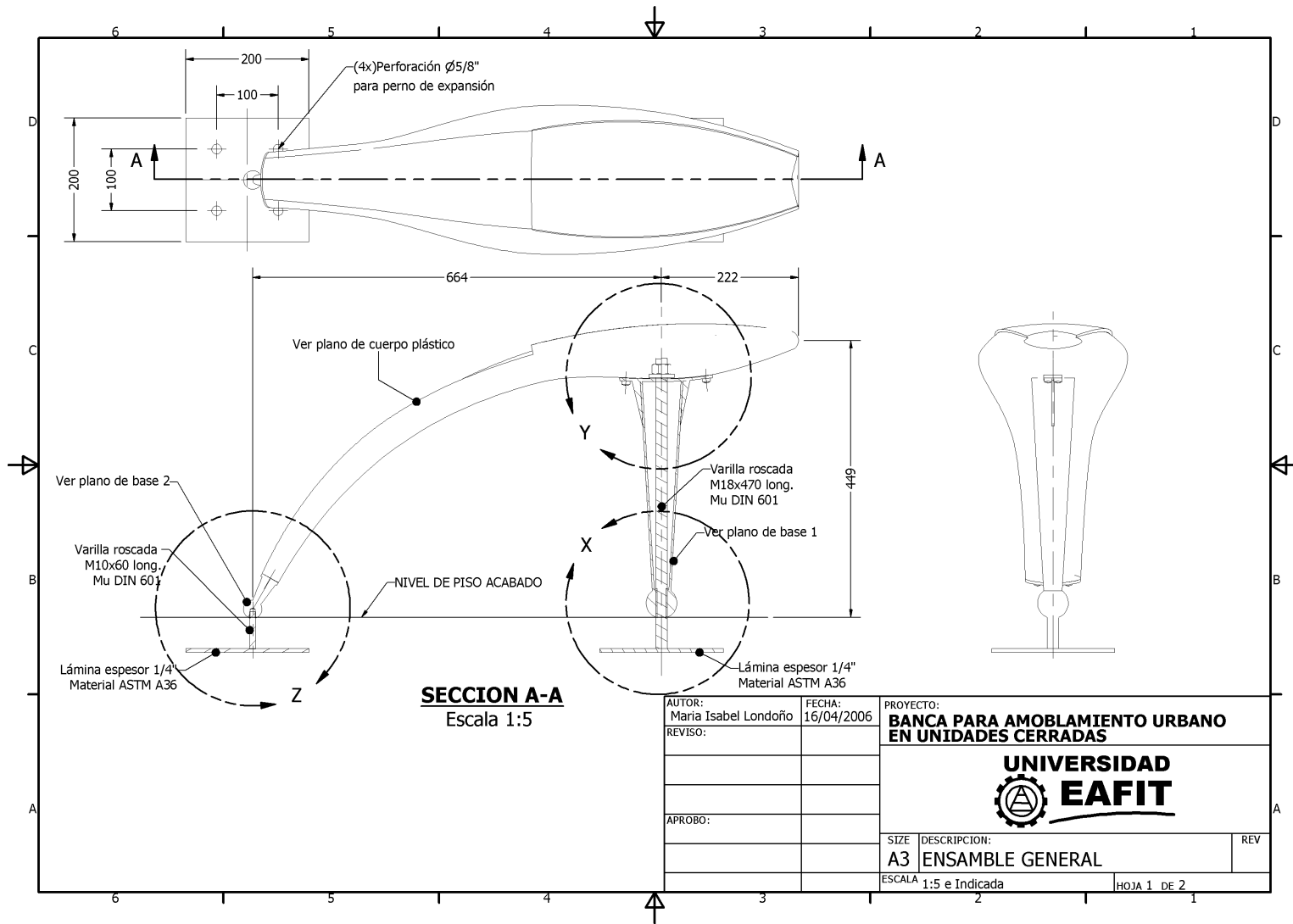
**SECCION A-A**  
Escala ( 1 : 10 )

AUTOR: Maria Isabel Londoño	FECHA: 06/04/2006	PROYECTO: <b>BANCA PARA AMOBLAMIENTO URBANO EN UNIDADES CERRADAS</b>		
REVISO:		 <b>UNIVERSIDAD EAFIT</b>		
APROBO:				
		SIZE A3	DESCRIPCION: CUERPO PLASTICO	REV
		ESCALA 1:5 e Indicada		HOJA 1 DE 1





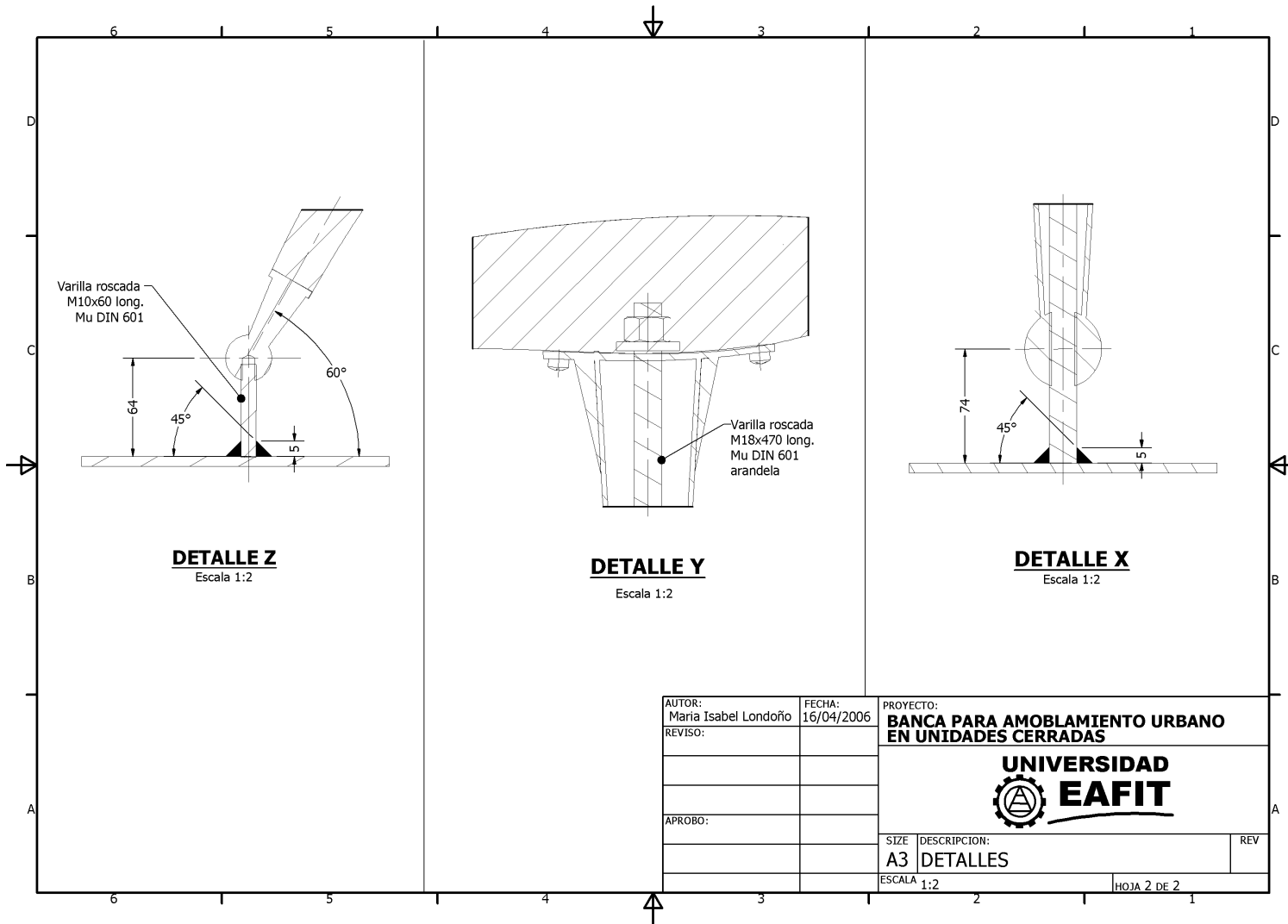
AUTOR: Maria Isabel Londoño	FECHA: 06/04/2006	PROYECTO: <b>BANCA PARA AMOBLAMIENTO URBANO EN UNIDADES CERRADAS</b>		
REVISO:				
APROBO:				
		SIZE A3	DESCRIPCION: Base 2	REV
		ESCALA 1:1		HOJA 1 DE 1



**SECCION A-A**  
Escala 1:5

AUTOR: Maria Isabel Londoño	FECHA: 16/04/2006
REVISO:	
APROBO:	

PROYECTO: <b>BANCA PARA AMOBLAMIENTO URBANO EN UNIDADES CERRADAS</b>		
<b>UNIVERSIDAD EAFIT</b>		
SIZE A3	DESCRIPCION: ENSAMBLE GENERAL	REV
ESCALA 1:5 e Indicada		HOJA 1 DE 2



Varilla roscada  
M10x60 long.  
Mu DIN 601

**DETALLE Z**  
Escala 1:2

Varilla roscada  
M18x470 long.  
Mu DIN 601  
arandela

**DETALLE Y**  
Escala 1:2

**DETALLE X**  
Escala 1:2

AUTOR:  
Maria Isabel Londoño

FECHA:  
16/04/2006

PROYECTO:  
**BANCA PARA AMOBLAMIENTO URBANO  
EN UNIDADES CERRADAS**

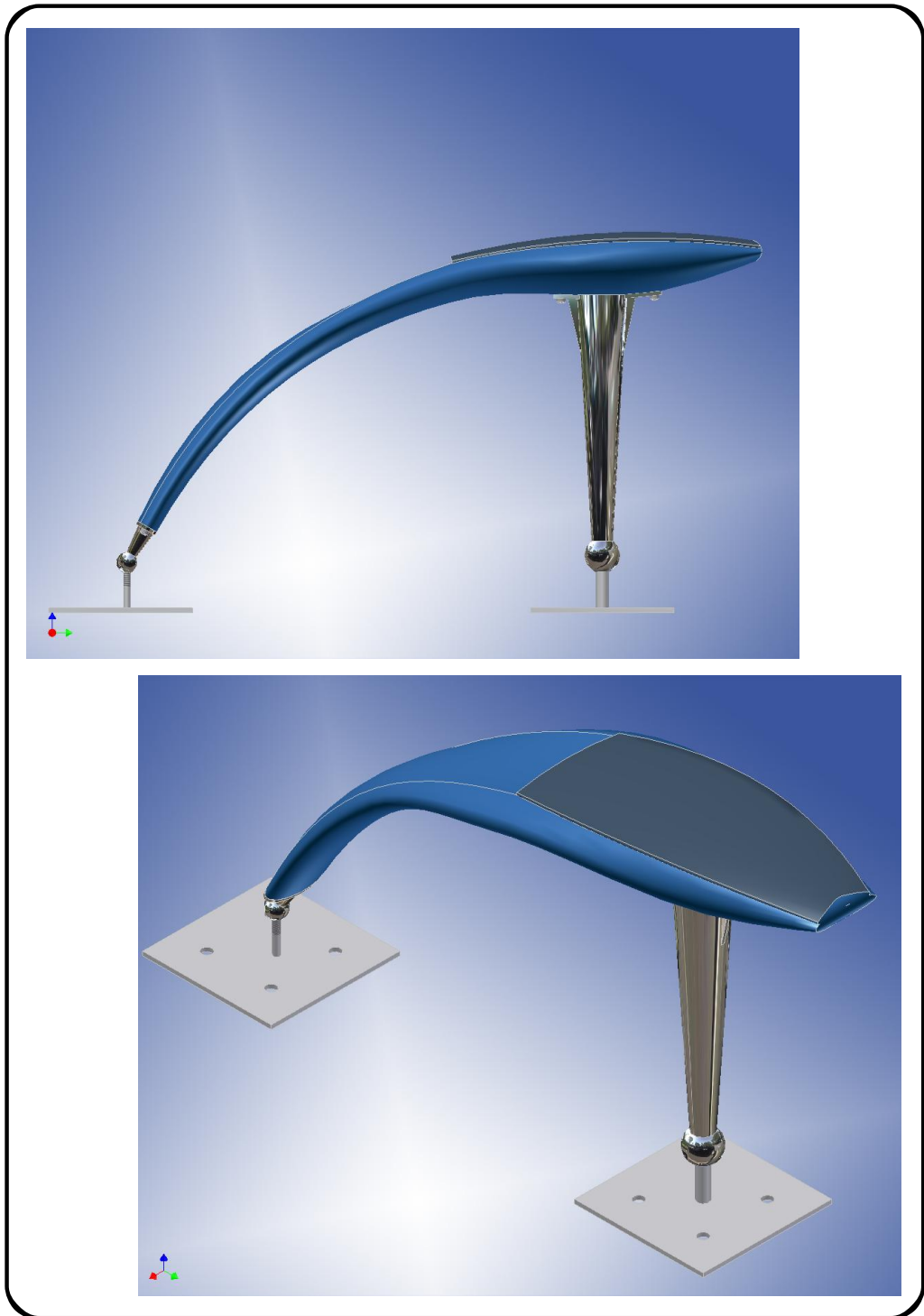
REVISO:

APROBO:

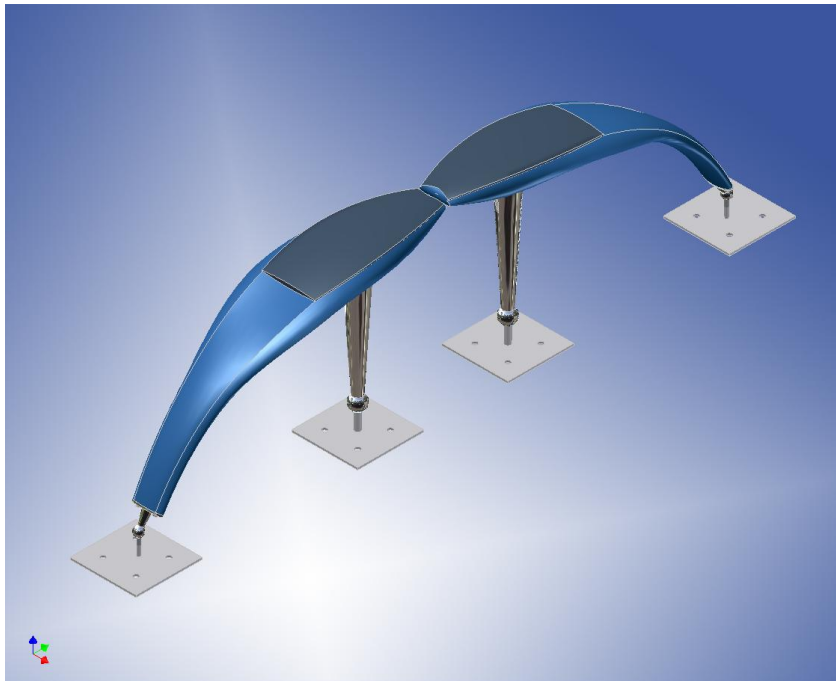
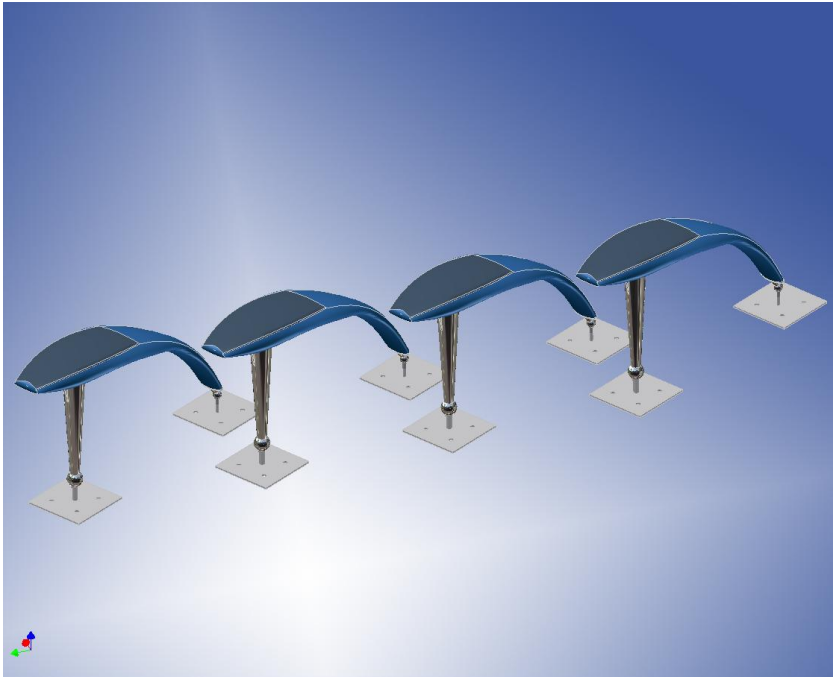


SIZE	DESCRIPCION:	REV
A3	DETALLES	

ESCALA 1:2 HOJA 2 DE 2









#### 4.1.9. Fabricación de modelo en blanco

Se fabrica el modelo en blanco a escala (1:2) de acuerdo a los planos realizados del producto final (ver figura 14).



Figure 14. Modelo en blanco.

## 5. ESTUDIO DE MATERIAL

### 5.1. METODOLOGIA DEL MATERIAL

Para el proceso del estudio del material se utilizara una metodología donde se combinara eco-diseño que fue propuesto en proceso de diseño y se desarrolla en este capitulo y todo lo que nos concierne con el estudio del material recuperado (Ver figura 15)

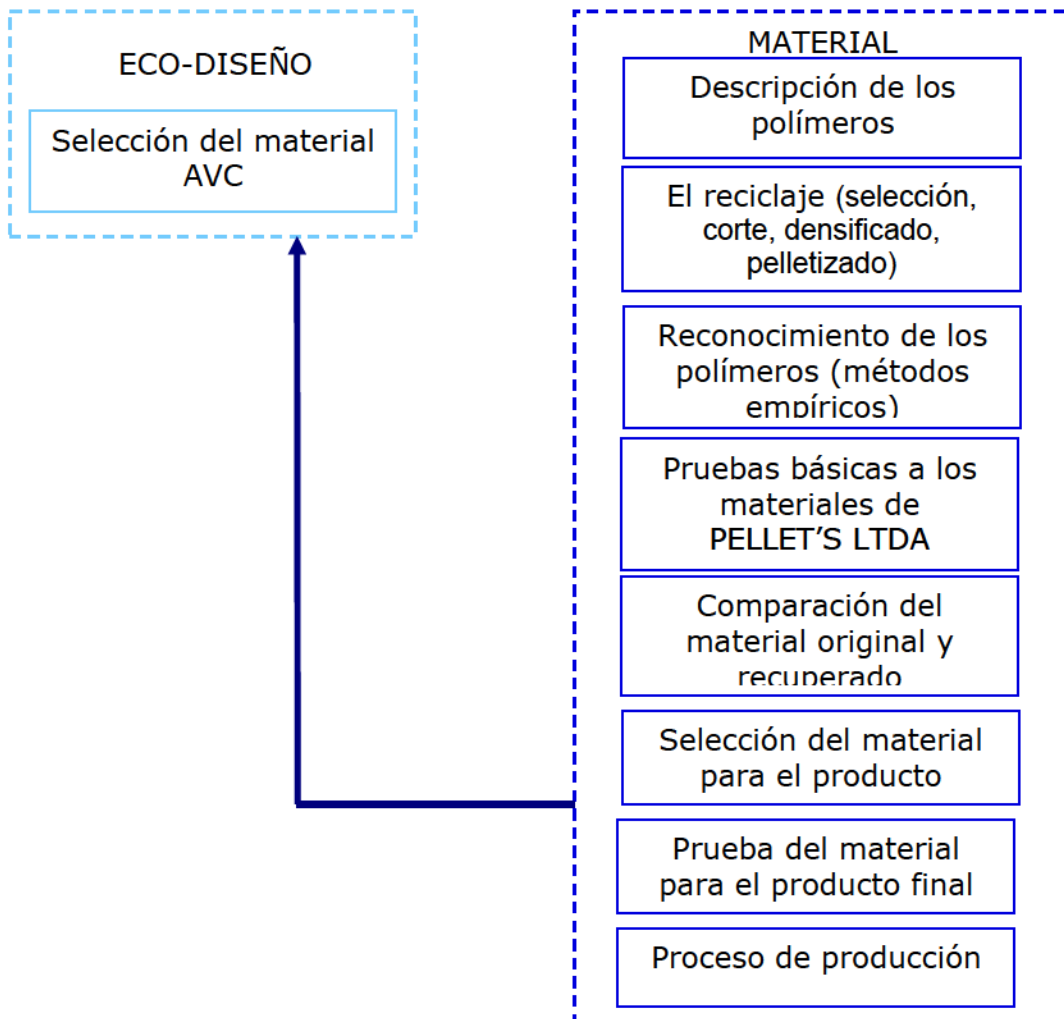


Figure 15. Metodología del estudio del material.

### **5.1.1.Descripción de los polímeros**

Esencialmente, un polímero es una sustancia cuyas moléculas forman cadenas largas, por lo común de varios millares de átomos de longitud. La palabra "polímero" significa "muchas unidades". La mayoría de los polímeros se basan en el carbono, y por consiguiente, son considerados sustancias químicas orgánicas. Sin embargo, el grupo también incluye un número de polímeros inorgánicos (ver anexo 4).

### **5.1.2.El reciclaje de polímeros**

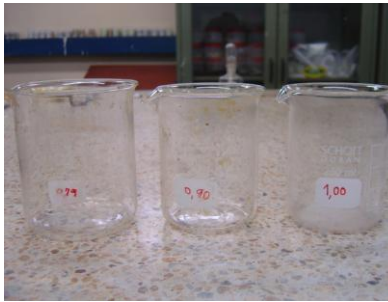
El reciclaje de polímeros constituye aun un campo de investigación y trabajo relativamente nuevo, pero es un área que se desarrolla rápidamente debido al gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas (ver anexo 5).

### **5.1.3.Reconocimiento de los polímeros "métodos empíricos"**

El reconocimiento de los polímeros son métodos sencillos, todos los análisis empiezan con ensayos preliminares, estos ensayos nos conducen a una identificación clara a partir de diferentes métodos empíricos (ver anexo 6).

### **5.1.4.Pruebas básicas a los materiales PELLET'S LTDA**

Se realizan unas pruebas básicas a los diferentes materiales pelletizado (PEBD, PEAD y PP) por la empresa PELLET'S LTDA.

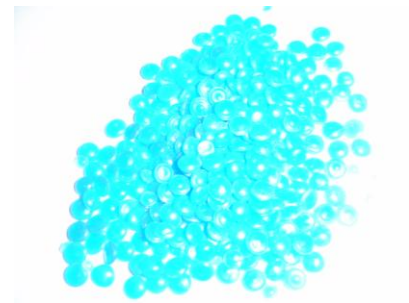


## 1. Propiedades mecánicas

PEBD Flexible

PEAD Semi-rígida

PP Semi-rígida



## 2. Propiedades ópticas

Aquí determinamos es grado de luz que deja pasar un cuerpo a través de el.

PEBD Translucido

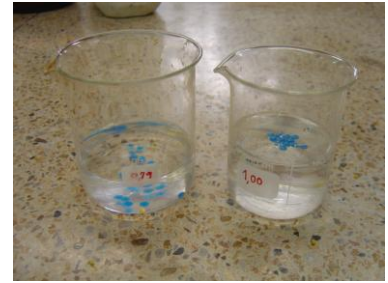
PEAD Translucido

PP Translucido

### Densidad

Para la realización de esta prueba se tomo un vaso de 200 milímetros, el cual se lleno de agua natural y aquí se colocan las muestras de pellets para verificar si flota o no flota, a una temperatura de 25C, para determina si la densidad es hasta el fondo de la probeta, se suelta la muestra y se observa si flota, si se queda en el fondo, o si se ubica en el intermedio del liquido, (si flota repetir el procedimiento en soluciones de densidades menor que 1.00. Si se queda en el fondo repetir en soluciones de densidad mayor que 1.00 hasta poder tomar la densidad en un rango estrecho).

PEBD RANGO (0.9-1)



PEAD RANGO (0.9-1)



PP RANGO (0.79-1)

### Comportamiento a la llama

Se tomaron aproximadamente 3 pellets del polímero a identificar, con una espátula.

Acercar la muestra a la llama del mechero, tomar el tiempo que tarde en encenderse, si es mayor de 8 se considera de difícil encendido.

Observar el color de la llama lo mas pronto posible y después la base hasta la punta. Esta observación se hace fuera de la llama para los polímeros que encienden fuera de la llama. Y se hace dentro de la llama para los que no encienden fuera de la llama.

Funde o no: Una vez obtenida la llama después de los 15 segundos la muestra funde y comienza a gotear.

Color humos: observe los humos que se desprenden durante la combustión

Olor de los vapores: apagar la muestra, espere a que se disipen la mayor parte de los humos. Acercar el vapor con la mano para determinar su olor.

PEBD Fácil de incendiar

La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero

Llama azul con extremo amarillo

La muestra funde y no gotea

Las gotas siempre arden

Olor a acido acético

No hollín

Humos blancos

Cambian los pellets de color en el momento que se esta fundiendo

PEAD Dificultad para incendia

La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero

Llama azul con extremo amarillo  
La muestra funde y gotea  
Las gotas siempre arden  
Olor a ácido acético  
No residuos  
No hollín  
Humos blancos  
Cambian los pellets de color en el momento que se está fundiendo

PP Fácil de incendiar  
La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero  
Llama azul con extremo amarillo  
La muestra persiste después de que se retira de la llama  
La muestra funde y no gotea  
Las gotas siempre arden  
Olor a vela encendida  
No hollín  
Humos blancos

### Pirolisis

Colocar una pequeña muestra en un tubo de ensayo manteniéndolo por la parte superior de una pinza. En la entrada del tubo se coloca un trozo de papel tornasol o papel indicador de pH húmedo, se introduce un tapón de estopa previamente humedecido en agua en la boca del tubo de pirolisis.

Calentar el tubo con la llama de mechero teniendo cuidado de no dirigir la boca del tubo hacia la cara, hasta que se descomponga la muestra y se degeneren vapores.

Observe el color del papel medidor de pH y leer el pH.

PEBD	Se mantiene neutro (5), el papel pH no cambia de color
------	--

PEAD	Se mantiene neutro (5), el papel pH no cambia de color
------	--

PP	Se mantiene neutro (5), el papel pH no cambia de color
----	--

#### **5.1.5. Comparación del material original y recuperado de la empresa PELLET'S LTDA**

Se realiza una comparación del material original y el material que fue pelletizado comparando de esta manera si hay pérdida de propiedades de dicho material (ver figura 16).

<b>G U G L</b>	<b>G L UNC</b>	<b>G U G L UB</b>	<b>U GC L UNC</b>
PROPIEDADES MECANICAS			
Flexible		Flexible	

PROPIEDADES OPTICAS			
Translucidos		Translucido	

DENSIDAD			
Rango (0.89-0.93)		Rango (0.9-1)	

COMPORTAMIENTO DE LA LLAMA			
Fácil de incendiar	Fácil de incendiar	Fácil de incendiar	Fácil de incendiar
La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero	La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero	La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero	La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero
Llama azul	Llama azul	Llama azul con extremo amarillo	Llama azul con extremo amarillo
La muestra funde y gotea	La muestra funde y gotea	La muestra funde y no gotea	La muestra funde y no gotea
Las gotas siempre arden	Las gotas siempre arden	Las gotas siempre arden	Las gotas siempre arden
Humos blancos	Humos blancos	Olor a acido acético	Olor a acido acético
		No hollín	No hollín
		Humos blancos	Humos blancos
		Cambian los pellets de color en el momento que se esta fundiendo	Cambian los pellets de color en el momento que se esta fundiendo

PIROLISIS			
5-5.5 NEUTRO		5-5.5 NEUTRO	

<b>G U G L G L UGC</b>	<b>G U G L UB U GC L UGC</b>
PROPIEDADES MECANICAS	
Semi-rígido	Semi-rígido

PROPIEDADES OPTICAS	
Translucido	Translucido

DENSIDAD	
Rango (0.94-0.93) Flotan en agua	Rango (0.9-1)

COMPORTAMINTO DE LA LLAMA	
Fácil de incendiar La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero Llama azul La muestra funde y gotea Humos blancos	Dificultad para incendiar La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero Llama azul con extremo amarillo La muestra funde y gotea Las gotas siempre arden Olor a acido acético No residuos No hollín Humos blancos Cambian los pellets de color en el momento que se esta fundiendo

PIROLISIS	
5-5.5 NEUTRO	5-5.5 NEUTRO

<b>G U G L G L</b>	<b>G U G L UB U GC L</b>
<b>PROPIEDADES MECANICAS</b>	
Semi-rígido	Semi-rígido
<b>PROPIEDADES OPTICAS</b>	
Translucido	Translucido
<b>DENSIDAD</b>	
Rango (0.85-0.92) 0.9	Rango (0.79-1)
Flotan en el agua	
<b>COMPORTAMIENTO DE LA LLAMA</b>	
Fácil de incendiar La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero Llama azul La muestra persiste después de que se retira de la llama La muestra funde y gotea Humos blancos	Fácil de incendiar La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero Llama azul con extremo amarillo La muestra persiste después de que se retira de la llama La muestra funde y no gotea Las gotas siempre arden Olor a vela encendida No hollín Humos blancos
<b>PIROLISIS</b>	
5-5.5 NEUTRO	5-5.5 NEUTRO

**Figure 16. Comparación de material original y recuperado.**

### 3.1.6. Selección del material para el producto

El material que cumple con todos los criterios de la evaluación es el polipropileno (ver figura 17).

<b>CRITERIOS DE EVALUACION DE MATERIALES DE PELLET'S</b>			
<b>ASIENTO</b>	<b>PEAD</b>	<b>PEBD</b>	<b>PP</b>
Resistencia a la humedad (intemperie)	5	5	5
Fácil limpieza	4	4	4
Alta duración	3	3	5
Costo material	1	2	5
Permita acabado superficiales corrugoso	5	5	5
Fácil de reprocesar	5	5	5
Bajo peso de material	5	2	4
Permitir pigmentación	5	5	5
Resistencia al impacto	3	2	5
Tiempo de vida útil	2	2	5
Facilidad de proceso	4	4	4
	44	41	57

**Figure 17. Selección del material.**

### 5.1.7. Selección del material y análisis de ciclo de vida

De acuerdo con las especificaciones de diseño del producto (ver tabla 1. PDS en el capítulo 3) y las pruebas a los diferentes tipos de materiales, se selecciona el material con que podría cumplir con los requerimientos establecidos para el producto. Estos son calificados de 1 a 5, siendo 5 el que más logra cumplir con las características definidas y 1 el que menos cumple los requerimientos. Se selecciona el material que obtenga la mayor suma.

Con el material seleccionado (polipropileno) se hace el análisis de ciclo de vida del material en el producto, en esta evaluación se evalúa el impacto ambiental que crea el material durante la etapa de proceso para su construcción.

#### OBJETIVO

Conocer el impacto ambiental de una banca para parques de unidades cerradas y evaluar ambientalmente el plástico (polipropileno) en la que esta construida.

#### ALCANCE

#### FUNCIONES

La banca es utilizada para el confort de las personas en las unidades cerradas.

#### UNIDAD FUNCIONAL

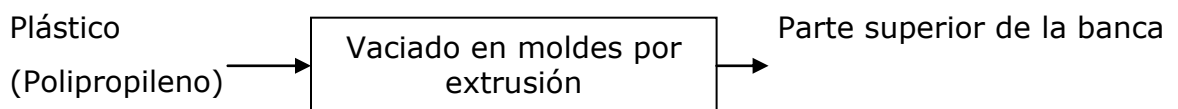
La banca, en forma de hoja con un peso de 7.06 kg.

#### LIMITES DEL SISTEMA

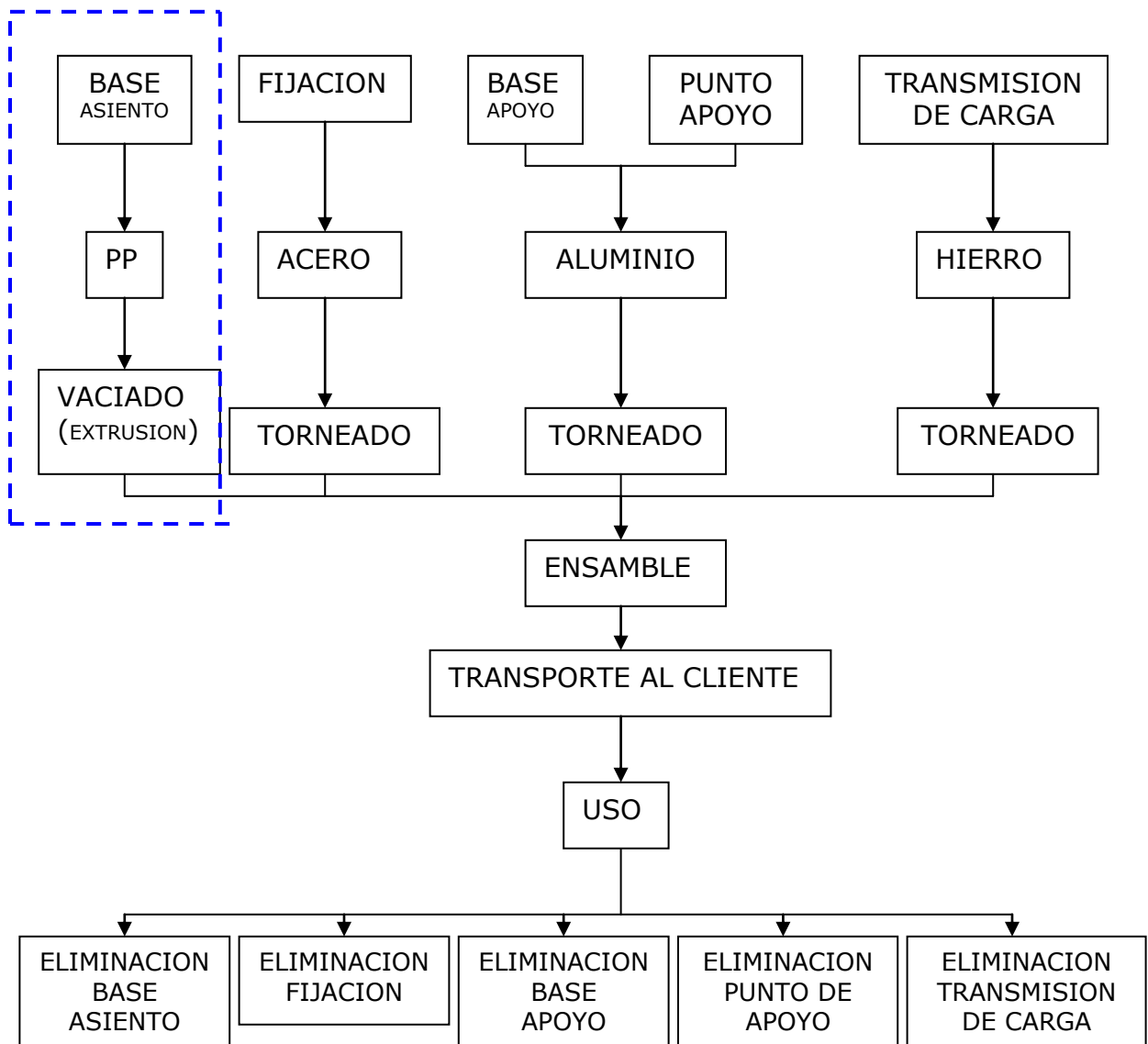
Para el ACV, es importante resaltar que no se le hace a todo el producto, sino simplemente a la materia prima de la parte superior que esta elaborada en plástico (polipropileno).

#### CALIDAD DE DATOS

Datos de fuente secundaria



PROCESO



## EVALUACION DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA DEL POLIPROPILENO

### ENTRADAS Y SALIDAS DE SUSTANCIAS

<b>Sustancia</b>	<b>Unidades</b>	<b>Carga/kg</b>
<b>ENTRADAS</b>		
Carbón	kg	0.0567
Petróleo crudo	kg	1.2173
gas natural	kg	0.4015
Agua	kg	3.1

<b>SALIDAS</b>		
CO	kg	0.0007
CO2	kg	1.1
SOx	kg	0.011
Nox	kg	0.01
Nox	kg	0.01
Nox	kg	0.01
HCl	kg	0.00004
COD	kg	0.0004
H2	kg	0.00009
N-tot	kg	0.00002
NH4+	kg	0.00001
Fosfato	kg	0.00002

### DATOS

Cargas/kg: Datos tomados de SIMAPRO 5 por kilogramo

PERFIL DE INVENTARIO: Se multiplica la cantidad de carga/kg por el peso total de la parte de la banca que es en polipropileno (7.06 kg).

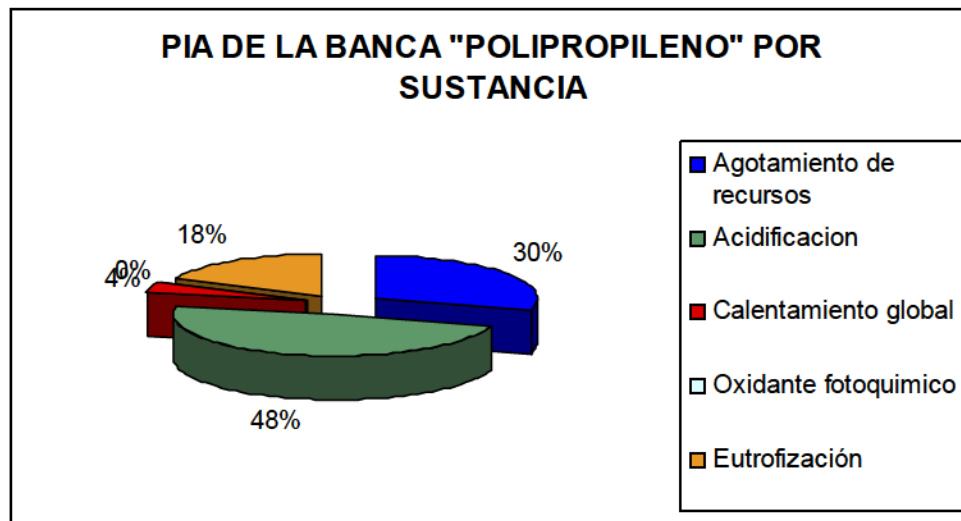
PIA: Dato tomado de documento de evaluación de impactos.

EVALUACION DE IMPACTOS: Se multiplica perfil de inventario por PIA

Sustancias	Unidades	Carga/kg	PERFIL INVENTARIO	PIA	EVALUACION IMPACTO
Carbon	kg	0.0567	0.4004721	8,60E-07	0
Petroleo crudo	kg	1.2173	8.5977899	4,98E-04	0
gas natural	kg	0.4015	2.8357945	3,18E-03	0
agua	kg	3.1	21.8953	4,88E-02	1.094765
CO	kg	0.0007	0.0049441	1.90E-01	0.000939379
CO2	kg	1.1	7.7693	2.00E-02	0.155386
SOx	kg	0.011	0.077693	2.65E+01	1.09314051
Nox	kg	0.01	0.07063	9.85E+00	0.6957055
Nox	kg	0.01	0.07063	1.90E-02	0.00134197
Nox	kg	0.01	0.07063	8.92E+00	0.6300196
HCl	kg	0.00004	0.00028252	1.24E+01	0.003497598
COD	kg	0.0004	0.0028252	1.51E+00	0.004266052
H2	kg	0.00009	0.00063567	1.75E+01	0.011111512
N-tot	kg	0.00002	0.00014126	2.44E+01	0.003442506
NH4+	kg	0.00001	0.00007063	2.26E+01	0.001599063
Fosfato	kg	0.00002	0.00014126	6.88E+01	0.009718688
				<b>TOTAL PIA</b>	<b>3.704933378</b>

## EFFECTOS

CATEGORIAS	IMPACTO	%
Agotamiento de recursos	1.094765	29.55%
Acidificacion	1.793112	48.40%
Calentamiento global	0.155386	4.19%
Oxidante fotoquimico	0.002281	0.06%
Eutrofización	0.659389	17.80%
PIA	3.704933	100.00%



### 5.1.8. Prueba del material seleccionado para el producto final

Luego de seleccionar el material dependiendo de las especificaciones de diseño del producto y las condiciones, se hace la prueba de "índice de fluidez".

### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE FLUIDEZ MFI<sup>1</sup> (Bajo la norma ASTM D-1238: 190°C y 2.16 Kg de fuerza aplicada)

#### POLIPROPILENO

##### ENSAYO 1

MFI (g/10 min)	PROMEDIO
5.452	5.7123 g/10 min
5.827	
5.858	

##### ENSAYO 2

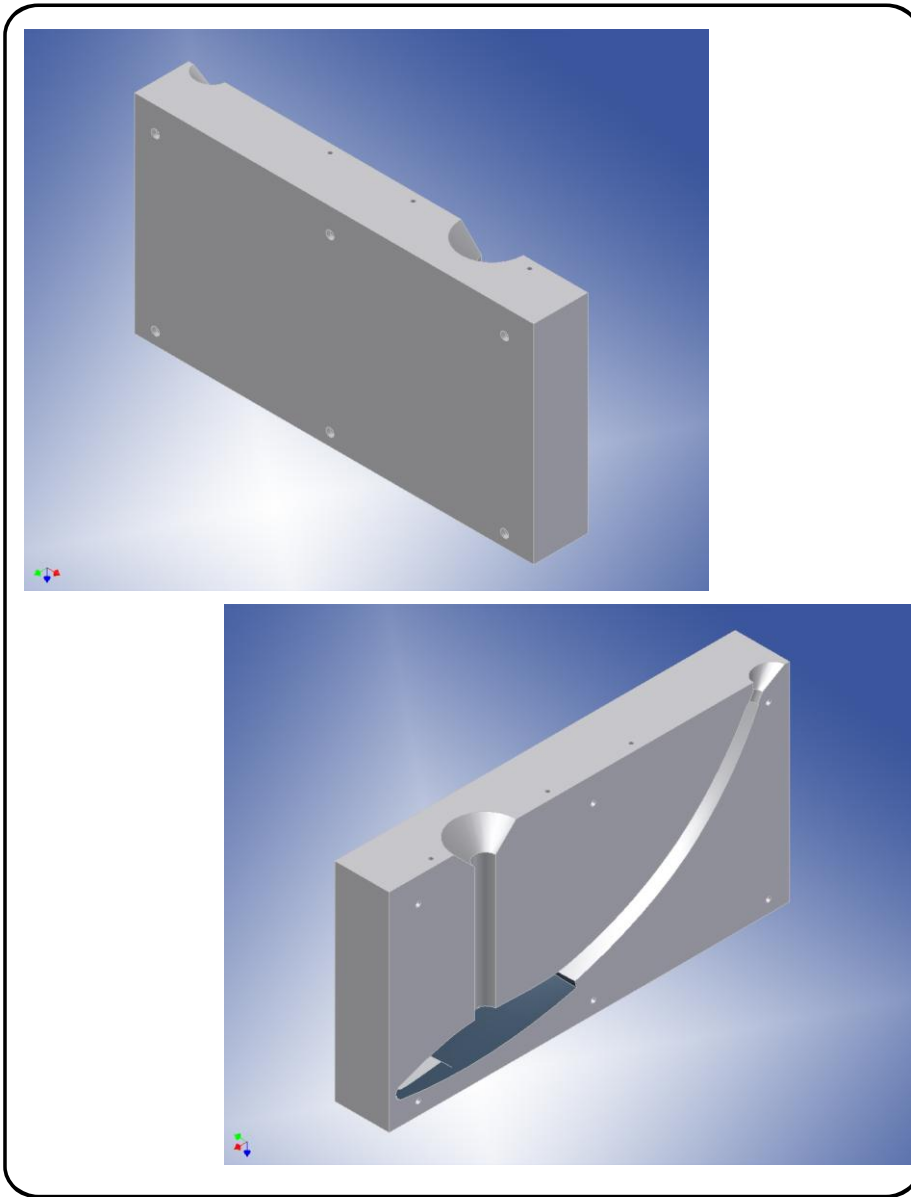
MFI (g/10 min)	PROMEDIO
5.325	5.3427 g/10 min
5.423	
5.280	

### 5.1.9. Proceso

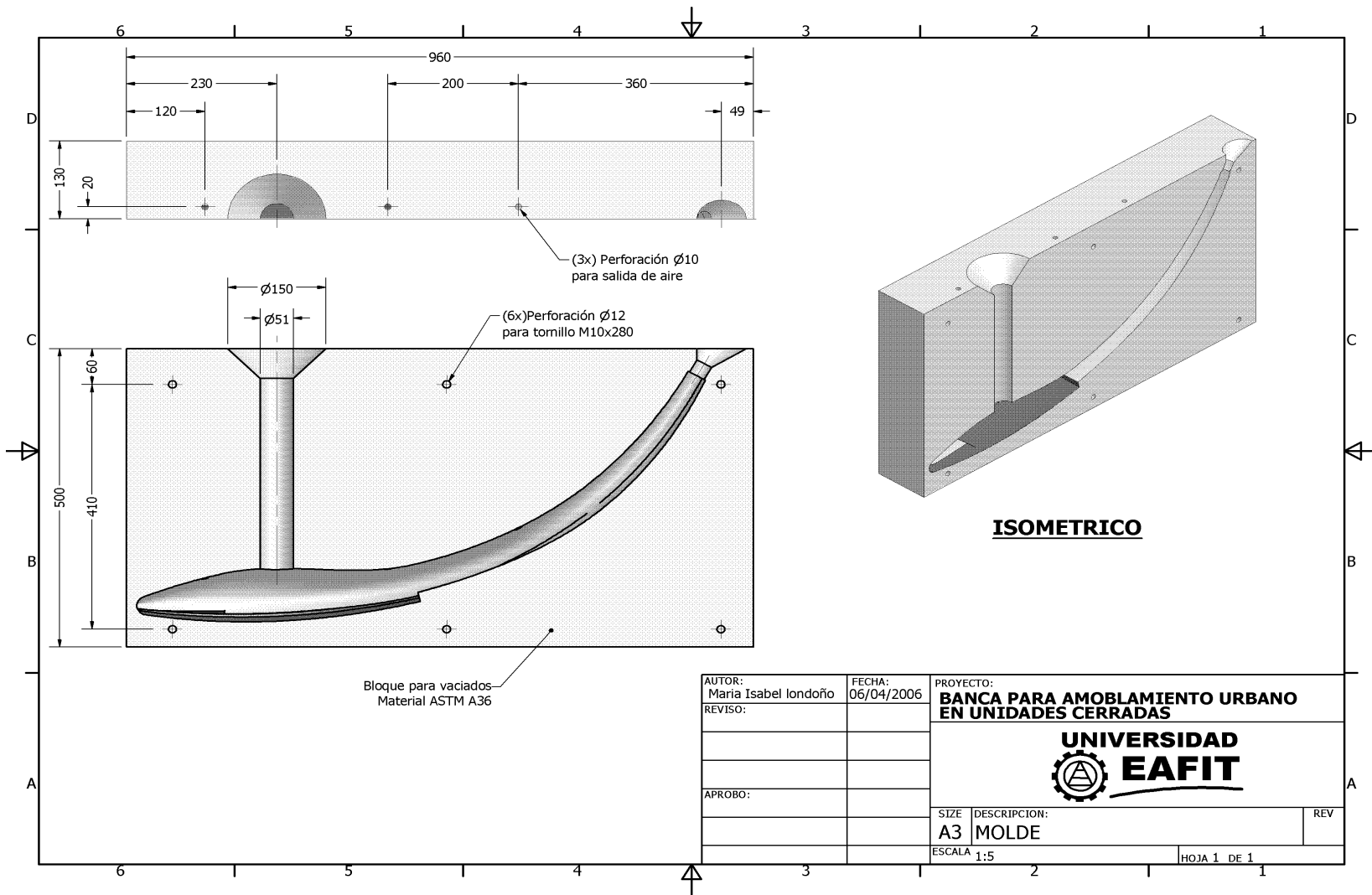
La elaboración del producto se hace mediante vaciado en molde de acero asegurado con tornillos que lo traspasan de lado a lado, el molde posee un orificio a través del cual se realiza el vaciado, además de este orificio el molde posee respiraderos que permiten que la solidificación del material sea más fácil, este proceso es algo artesanal a pesar de que se realiza en una extrusora a gas y después del vaciado se inserta en agua para favorecer la solidificación (ver figura 18).

---


<sup>1</sup> Prueba realizada en la Universidad de Antioquia



**Figure 18. Moldes.**



**ISOMETRICO**

AUTOR: Maria Isabel londoño		FECHA: 06/04/2006		PROYECTO: <b>BANCA PARA AMOBLAMIENTO URBANO EN UNIDADES CERRADAS</b>	
REVISO:					
APROBO:					
				SIZE A3	DESCRIPCION: MOLDE
				ESCALA 1:5	REV HOJA 1 DE 1

## **CONCLUSIONES**

En el desarrollo de un diseño es muy importante identificar las necesidades y requerimientos del usuario, como punto de partida para la realización del proceso, con el fin de satisfacer al usuario y así tener un buen proceso de comercialización, pues este es el objetivo final del desarrollo de un producto.

Al comparar las propiedades de un material original versus un material recuperado se puede observar que este último no tiene una pérdida significativa de propiedades, por lo cual para este caso se asume el material recuperado con las características del material original, sin embargo vale la pena hacer la salvedad que el material utilizado en este caso es material recuperado de proceso industrial, dado que el material recuperado post-consumo pierde muchas de sus propiedades.

El análisis de las propiedades del material recuperado abre nuevas perspectivas para la comercialización del producto, dado que se ha tenido la conceptualización de que el material recuperado solo se puede utilizar en productos de línea media-baja, los cuales además son mirados despectivamente por los consumidores.

Después de este estudio la principal conclusión es que el material recuperado analizado, se puede emplear de igual manera que el material de primera, lo cual además de que contribuye en el ahorro de recursos en las empresas que anteriormente desechaban los sobrantes en lugar de reutilizarlos, abre las puertas a un mercado más amplio, pues en la actualidad este material solo se utiliza para hacer bolsas y algunos recipientes de uso limitado.

La manera adecuada de procesar el plástico recuperado es mediante procesos de extrusión o inyección, en los cuales se aprovechan y optimizan las características de este tipo de material.

En el diseño y desarrollo de un producto se funden varias líneas de investigación, las cuales permiten satisfacer las necesidades de un cliente de una manera estética e innovadora con el fin de competir en el mercado con productos similares, en este caso el producto tiene un valor agregado, dado que utiliza como materia prima el material recuperado generando ahorro de recursos y una mejor interacción con el medio ambiente.

En el desarrollo del producto se busca realizar un objeto que sea funcional, estético y capaz de competir en el mercado con productos de características similares, en este caso se analizaron productos que cumplen funciones similares dado que generalmente este producto se realiza en materiales muy diferentes al plástico como son madera o metal, sin embargo este estudio demuestra que el plástico recuperado puede competir perfectamente con los existentes.

## **BIBLIOGRAFIA**

GROOVER, Michael P. Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas. México: Prentice hall hispanoamericana, 1997. Capitulo 10, Pág. 183.

MORTON-JONES. Procesamiento de plásticos: inyección, moldeo, hule, PVC. México: Limusa, 1993.

Primer simposio internacional del plástico y del caucho, Memorias volumen II. Medellín: febrero 23 al 25 de 1993.

DUISBERG, Carl; Geselischaf e. V. Seminario internacional sobre reciclaje de plásticos. ICIPC. Medellín: 1995.

Dietrich Braun. Métodos sencillos de identificación de plásticos, segunda edición PULSAR S.A.

ULRICH, Kart T; EPPINGER Steven D. Diseño y desarrollo de productos enfoque multidisciplinario. Tercera edición. México: Mc Graw Hill. 2004.

McDANIEL, Carl; GATES Roger. Investigación de mercados contemporánea. Editores Thomson.

CROSS, Nigel. Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos. México: Limusa Noriega Editores, 1999.

BRAUN, Dietrich. Métodos sencillos de identificación de plásticos. Segunda edición. España: pulsar, 1990.

Documento de métodos para la evaluación de impactos en los estudios de ACV y EDA. Desarrollo de una herramienta informática para análisis de ciclo de vida y la evaluación de desempeño ambiental.

NTC-ISO 14042: Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Evaluación del impacto del ciclo de vida. Norma Técnica Colombiana.

NTC-ISO 14043: Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Interpretación del ciclo de vida. Norma Técnica Colombiana.

SIMAPRO 5 [sitio en Internet]. [www.simapro.org](http://www.simapro.org)

Mobiliario urbano [sitio en Internet]. [www.kitres.com](http://www.kitres.com)

Propiedades de los polímeros [sitio en Internet]. [www.matweb.com](http://www.matweb.com)

Propiedades de los polímeros [sitio en Internet]. [www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com)

Propiedades de los polímeros [sitio en Internet]. [www.dayplas.com](http://www.dayplas.com)

## **ANEXOS**

## **ANEXOS 1 MOBILIARIO URBANO**

### Tratamiento de conservación

Para garantizar la idoneidad y mejor utilización de las diferentes calles en las áreas de conservación es necesario desarrollar programas de recuperación del  $Z_9$  d  $=Z=d_9$   $Z=Z$ , manejando sus elementos constitutivos de una manera organizada.

Es así como encontramos en estos sectores dos tipos de andén:

El primero se encuentra al interior de las diferentes subzonas, y donde la actividad es mínima al igual que la dimensión del mismo.

En estos lugares es importante mantener una dimensión mínima de 1,20 m para la circulación peatonal. Al existir la posibilidad de la aparición de mobiliario, se tendrá en cuenta la intensidad de uso de la misma.

El segundo es en el que se desarrolla una actividad especialmente más amplia que el anterior. En este caso se debe garantizar la aparición de las dos franjas básicas en el andén, a saber: la franja de amoblamiento y la franja de circulación peatonal.

La primera es la destinada a la ubicación de todo el amoblamiento urbano necesario y la arborización, y la segunda franja debe ser continua y homogénea exclusivamente para la circulación peatonal.

## Tratamiento de actualización

Las diferentes calles en áreas de actualización es necesario desarrollar programas de recuperación, en las áreas de actualización predominan los andenes con circulación peatonal dura y una zona verde.

En estos lugares se debe mantener la franja de circulación sin olvidar su objetivo primordial que es el peatonal, la zona verde debe ser mantenida en áreas residenciales y puede ser una zona dura arborizada y convertirse en franja de amoblamiento en áreas de actividad múltiple.

El mobiliario aparecerá en el primer caso en la zona verde y en el segundo en la franja de amoblamiento, siempre teniendo en cuenta las características de cada elemento para su localización.

## Tratamiento de desarrollo

Las áreas de desarrollo es necesario que todo proyecto contemple el manejo integral, incluido el manejo de Mobiliario Urbano del espacio.

## Elementos de comunicación

### Teléfonos públicos

El teléfono público debe entenderse ante todo como un servicio a la comunidad en general. Por lo tanto su diseño debe contemplar la amplia gama de usuarios a servir: niños, ancianos, usuarios en silla de ruedas, ciegos sordomudos analfabetas, extranjeros (cuya lengua materna no es el español).

### Buzones

El buzón es un elemento de comunicación que forma parte del equipamiento en el espacio, en el cual se introducen cartas y similares, para su envío a otros lugares por medio de la Administración Postal Nacional u otro sistema de correo debidamente autorizado.

- a. Deberán localizarse en lugares de fácil acceso y visibilidad para su uso adecuado por parte del público en general.
- b. No deberán ocasionar molestias o peligros a la circulación de peatones, ni obstaculizar la visibilidad en los alrededores: para ello se demarcarán las franjas de amoblamiento en áreas de actividad múltiple e institucional
- c. Los buzones pueden ser elementos aislados o adosados a paredes o postes del alumbrado público.

### Mogador

El mogador o columna de afiches es un elemento de información que forma parte del espacio público, en el cual se puede adherir todo tipo de avisos, propaganda, etc.,

- a. Se deben localizar en las franjas de amoblamiento, de tal manera que sean de fácil visibilidad por parte del peatón.
- b. Deberán ser fabricadas en materiales de alta resistencia y fácil limpieza.
- c. Su diseño debe contemplar un sistema de iluminación propia.
- d. Los diferentes avisos, propagandas y otros que se adhieran al mogador deben estar supervisados por las diferentes alcaldías menores, ya que son publicidad transitoria.

- e. La permanencia de los avisos para anunciar eventos podrá tener un tiempo superior a la duración del evento y debe contar como máximo con un mes de anticipación al inicio del mismo.
- f. Un mogador no podrá contener más de un aviso, propaganda de un mismo evento o producto.
- g. Las dimensiones recomendables para los avisos, serán para carteles de 0,35 m por 0,50 m hasta 0,70 m por 1,00 m y para afiches desde 0,25 m x 0,35 m hasta 0,70 m x 1,00 m.

#### Bolardo

Elemento de equipamiento del espacio que protege al peatón al definir, configurar y ordenar las áreas de circulación en la ciudad.

Los bolardos se clasifican de acuerdo con su uso en tres categorías:

1. Bolardo bajo: buscan proteger al peatón del vehículo.
2. Bolardo mediano o banca: define áreas y protege al ciudadano; puede ser utilizado adicionalmente como un elemento de descanso.
3. Bolardo alto: protege, ornamenta espacios. Eventualmente puede ser utilizado como elemento de iluminación baja de los lugares públicos.

#### Semáforo

El semáforo es un elemento de organización que forma parte del espacio público, y que mediante señales luminosas regula la circulación de automóviles y peatones con un código significativo rojo = alto; verde = paso; amarillo = situación de cambio entre los colores anteriores.

- a. Se debe partir de un estudio de flujos y circulaciones de vehículos y peatones.
- b. Se debe mantener siempre el conjunto de semáforo vehicular y el semáforo peatonal.
- c. Todas las vías del Plan Vial arterial o local que sean ejes metropolitanos o zonales deben en sus cruces de importancia, prever el semáforo vehicular y el semáforo peatonal.
- d. Se deben tener en cuenta las disposiciones nacionales e internacionales en su diseño y localización.
- e. La localización del semáforo debe responder al diseño del cruce vehicular y peatonal.

#### Luminarias

Por luminarias se entienden todos aquellos elementos cuya función es proporcionar al espacio público la visibilidad nocturna adecuada para posibilitar el normal desarrollo de las actividades tanto peatonales como vehiculares, mejorando las condiciones de seguridad ciudadana. Sin embargo, la razón de ser de las luminarias en el espacio público trasciende los requerimientos técnicos tornándose en elementos potenciales de diseño definidores, organizadores y enriquecedores de la estructura y estética del paisaje urbano.

La iluminación adecuada del espacio es necesidad incuestionable de la ciudad de hoy. La iluminación moderna ha buscado crear condiciones de uniformidad, en especial en las grandes vías, saturando el espacio público con un sin número de postes prensados para sostener luminarias y no como elementos importantes del diseño urbano.

Se han perdido así dos aspectos importantes en la tradición urbana:

La consideración del poste y la fuente de luz como elemento integral de diseño.

La posibilidad de dar calidades particulares a los espacios que se diseñan a través de la iluminación.

La selección y localización de la fuente de luz se debe relacionar con los aspectos propios del diseño (tipo de luz, color) con la intensidad necesaria determinada técnicamente en relación con el área servida.

El poste debe diseñarse como un elemento permanente del espacio público, explotando su capacidad para ordenar con su localización y diseños el paisaje urbano.

#### A. Tipos y Dimensiones

##### 1. Poste o mástil central

Se usa para nodos de alta concentración ciudadana (por ejemplo estadios) o intersecciones viales importantes (puentes vehiculares).

La altura del poste supera los 15 m y la distancia entre poste y poste oscila entre 30 - 33 m.

##### 2. Poste central doble

Se localiza en los separadores centrales de vías. La altura del poste oscila alrededor de los 10 a 12 m; la distancia entre postes es de 30 a 33 m.

##### 3. Poste lateral

Se localiza en el andén de una vía; su altura oscila entre los 10 - 12 m. La distancia entre postes es de 30 m aproximadamente.

#### 4. Luminaria unilateral o central

Se usa en la iluminación de vías peatonales, plazas, plazoletas y parques; merced a su reducido tamaño establece una relación muy directa con el entorno espacial del peatón, siendo su uso imprescindible para dotar de escala a aquellos lugares públicos de alta concentración ciudadana.

La altura de la luminaria oscila alrededor de los 5 m, y la distancia entre una y otra es de 7 m aproximadamente.

#### 5. En machón o bolardo

El uso de luminarias en machón es recomendable como ornamentación sobre muros de cerramiento, evitando así la aparición de fachadas largas y oscuras sobre el espacio público.

La luminaria en bolardo se usa como definidor de espacios de circulación, para la iluminación de los mismos, para la delimitación de espacios reducidos; debido a su escasa altura no debe utilizarse como solución para iluminar lugares públicos amplios.

La altura de la luminaria, la distancia entre una y otra y en general, su disposición adecuada en el espacio público es función de los siguientes factores:

- Tipo de foco utilizado, en función de requerimientos técnicos y estéticos.
- Presencia de arborización: tipo de follaje y porte del mismo.
- Presencia de mobiliario urbano y comportamiento de sus superficies ante la luz; reflexión transparencia, creación de sombras.
- Características del entorno construido: edificaciones y pavimentos.
- Las intensiones a nivel de la estética y la conformación del paisaje urbano.

Todo proyecto de iluminación en el espacio público debe estar enmarcado = los factores antes mencionados.

### Bancas

Elemento de equipamiento del espacio público usado para sentarse, descansar, contemplar, recrearse u otra actividad afín.

La banca puede ser ubicada en plazas, plazoletas, parques, ejes de tratamiento y ejes de actividad y lugares que se beneficien o exijan la presencia de este elemento.

- a. Las bancas en zonas de descanso como parques y áreas recreacionales, deberán soportar como mínimo 160 de capacidad por persona.
- b. Deberán tener una forma estética y apropiada a su función; no tener bordes filosos, estar construidas en materiales perdurables, además de permitir rápida evacuación del agua.
- c. Deben estar aisladas 0,60 m de las áreas de circulación como mínimo.

### Protector de árbol

El protector de árbol es un elemento de equipamiento del espacio público, que vela por el correcto y normal crecimiento de un árbol joven y evita su maltrato.

El protector del árbol puede ser fabricado en varios materiales: varilla, platina, tubo, madera o algún otro material que garantice la debida protección y mantenimiento del árbol. Como componente importante del mobiliario urbano, debe tenerse especial cuidado de su diseño y resultado estético, coherencia con los demás componentes del mobiliario.

### Rejilla

La rejilla es un elemento de protección y aseo que protege y mantiene los alrededores del tronco del árbol y garantiza la continuidad en las zonas de circulación peatonal.

La rejilla debe situarse en las zonas duras en las cuales se presenta arborización de mediano y gran porte, cuando se prevean materas a ras de piso o elevadas.

Las rejillas pueden ser de hierro colado, concreto u otro material que ofrezca la debida resistencia y durabilidad.

### Monumentos y esculturas

Los monumentos y esculturas son elementos conmemorativos o piezas visualmente enriquecedoras del paisaje urbano, las cuales forman parte del equipamiento del espacio público.

Para proceder a su localización, se deben establecer condiciones de acuerdo con su calidad, magnitud e importancia que su implementación adquiere para cada lugar específico, a fin de recuperar espacios deteriorados o sin interés público

Todo monumento o escultura debe concebirse en el contexto de un proyecto integral de espacio público, esto es, incorporando el análisis detallado del lugar al cual se inserta y la dotación de los componentes que lo acompañan, a fin de evitar su localización aislada o extraña al lugar.

### Fuentes y surtidores de agua

La fuente es un elemento arquitectónico y/o escultórico de equipamiento del espacio público, el cual recibe y emana agua; pueden estar situados en senderos o parques, en plazas y plazoletas, como un elemento organizador e identificador de los diferentes lugares de la ciudad.

Además de la fuente, existen otros elementos artificiales que reciben y emanan agua como son los surtidores y los senderos de agua.

Los surtidores de agua son chorros que brotan del suelo, sin ser delimitados por medio de pilas sino a través de desniveles en el piso. Los surtidores de agua pueden contar con distinta presión de agua y se pueden alternar con luces de color altas o empotradas en el suelo.

Los senderos de agua aparecen a lo largo de caminos o circulaciones, como componentes que animan y ordenan los recorridos en plazas, calles, parques y plazoletas.

De situarse en el espacio público cualquier otro diseño debe ser presentado y aprobado por el Taller Profesional del Espacio Público.

#### Canecas

La caneca es un elemento de aseo en el espacio público, que contribuye al buen mantenimiento de la ciudad.

Cuando se instalen canecas en el espacio público, deberán tener en cuenta:

- a. Localizarse próximas a las franjas de circulación peatonal y al interior de las franjas de amoblamiento.
- b. La distancia entre canecas debe corresponder a la intensidad de uso del área donde éstas se sitúen; tal distancia no debe ser menor a 30 m ni mayor a 50 m.
- c. Las canecas en el espacio público, deberán situarse en los siguientes lugares:
  1. Andenes y esquinas
  2. Puentes peatonales

3. Ciclovías y ciclistas
  4. Plazas, plazoletas y parques
  5. Rondas hidráulicas
  6. Áreas de control ambiental
  7. Cesiones tipo A.
- d. Es conveniente promover campañas informativas con el fin de crear en los ciudadanos una actitud cotidiana de mantenimiento de la ciudad.
- e. Se deben adelantar programas cívicos masivos para la instalación, uso y adecuado mantenimiento de las canecas en la ciudad.
- f. Su material debe ser resistente, durable, indeformable y de fácil mantenimiento; debe preverse:
- Concreto = drenaje
  - Metal = perforaciones
  - Fibra

#### Arquitectura y urbana

Se entiende por señalización todo anuncio, aviso o advertencia que busca suplir necesidades de información general, direccional o de identificación a fin de facilitar a los ciudadanos las necesidades de información preventiva, de servicios e información de tipo reglamentario que facilite el control y mejor aprovechamiento y funcionamiento de las áreas urbanas.

La señalización afecta de manera directa el espacio Público. Su importancia trasciende lo meramente funcional, pues forma parte del tejido ambiental en virtud de su carácter de permanencia constituyéndose en un ingrediente de la imagen contemporánea de la ciudad.

La señalización arquitectónica forma parte de los elementos de información del mobiliario urbano.

#### A. Tipos de señalización

La señalización urbana puede ser orientadora, informativa, direccional, identificativa reguladora.

##### 1. Orientadora

Incluye mapas, vistas esquemáticas y planos de la ciudad de hitos urbanos y áreas de confluencia.

##### 2. Informativa

La información puede referirse a horarios de servicios, de apertura y cierre, acontecimientos esenciales, eventos o similares; información histórica y/o recomendaciones al usuario.

##### 3. Direccional

Son instrumentos explícitos de sentido de circulación que por lo general forman parte de un sistema mayor de señalización en un entorno abierto o cerrado.

En lugares de señalización interna, como en hospitales o aeropuertos, la señalización direccional es esencial para la mejor y más segura utilización por parte de los usuarios.

##### 4. Identificativa

Es la compuesta por elementos que establecen el reconocimiento en torno a un lugar concreto de la ciudad.

Puede designar una obra de arte urbano. Un edificio o grupo de edificios o lugares públicos.

## 5. Reguladora

Exhibe normas de orden y disciplina social, como las requeridas para la conducción automotriz o para la prohibición de diversas actividades prescritas por la normativa distrital vigente.

Su existencia tiene como misión principal la de salvaguardia y protección de las personas.

Este tipo de señalización es obligatoria en áreas de trabajo de las empresas públicas de servicios o las que hagan sus veces; en áreas restringidas para garantizar la debida prestación de servicios públicos (Ej. Transportadores de energía), en edificios públicos y en las diversas formas de transporte.

La señalización reguladora incluye:

- Anuncios legales
- Normas de seguridad
- Instrumentos de control de tráfico
- Señales y rótulos de salidas

### Condiciones de la señalización

Es importante una la clasificación del uso del lenguaje de lectura simple y breve a todas las personas, para la comprensión precisa del mensaje para transmitir.

Los dibujos, rótulos o símbolos, no deben ser de interpretación complicada ni tener movimiento propio o dar ilusión del mismo, principalmente cuando se ubican en edificaciones que dan a vías de alto flujo vehicular.

Las leyendas y gráficos de la señalización arquitectónica no deben confundirse con las señales o marcas de tránsito.

Los elementos de la señalización deben presentar la imagen del conjunto y complementar el diseño arquitectónico.

Los elementos de la señalización arquitectónica pueden ser pintados, gravados iluminados y estar trabajando sobre láminas de acrílicos, plástico u otro material igualmente resistente a los fenómenos de la naturaleza.

En el caso de que la señalización se ubique en edificaciones que presten servicio a ciudadanos extranjeros, se permite la utilización de leyendas o subtítulos en otros idiomas.

El símbolo de accesibilidad como parte de la señalización.

El símbolo de accesibilidad es aquel situado a la entrada de edificios públicos, institucionales de servicio de cualquier categoría en sitio de aseo o similares, el cual indica internacionalmente la NO existencia de barreras arquitectónicas.

La señalización arquitectónica debe colocarse adosada a las paredes, para evitar que los limitados físicos tropiecen con ella y estar ubicada a una altura no menor a 2,10 m.

Las placas deben trabajarse de ser posible en relieve.

Deben ubicarse señales táctiles de alerta y de localización de ayudas para invidentes.

#### A. NIVELES

- Urbano
- Conjunto de edificaciones y sus relaciones

- Del interior de cada edificación
- Identificación de las dependencias

#### 1. Ubicación. Señalización Identificativa, exterior

La señalización exterior siempre esta contenida en la fachadas de las edificaciones o áreas libres.

Cuando la señalización se ubique en áreas exteriores, se debe concebir a fin de que se integre armónicamente al entorno natural o edificado, garantizando unas características de permanencia en cuanto a los materiales que resistan el deterioro cotidiano.

En las edificaciones en las que el parámetro de construcción coincida con la línea de demarcación, esta señalización debe ir adosada a la fachada de la edificación y debe integrar forma, color y lenguajes (incluida la corriente arquitectónica) con el diseño del conjunto o inmueble, tomando como base para su desarrollo aquellos elementos comunes o que sean útiles para el desarrollo formal de los elementos.

#### 2. Tamaño

El tamaño de los elementos de señalización debe ser apropiado para la función que ellos vayan a realizar, la elección del tamaño depende en gran medida del entorno en el cual vaya a ser situado el elemento; el aumento de las medidas no garantiza la legibilidad, pues el tamaño opera en relación con otras relaciones de diseño, como la elección del tipo y el color mismo.

### 3. Posición en relación con el campo de visión normal

El campo o cono de visión normal de una persona abarca un ángulo de unos 60 (sesenta grados); las áreas que quedan fuera de este ángulo se ven con mucho menos detalle. Aunque sea cierto que la persona pueda ampliar este ángulo moviendo la cabeza, mucha gente tiende a resistirse a hacer este esfuerzo extra. Por ejemplo, si un rótulo estuviera colgando del techo de forma que la línea visual estuviera a más de 30 grados por encima del nivel del ojo, probablemente pasaría inadvertida. Dentro de un sistema de señalización general, la constancia en la altura a que están situados los rótulos de señalización, aumenta la posibilidad de que sean percibidos y proporciona un aspecto visual uniforme y agradable, el cual sugiere eficiencia organizativa.

### 4. Iluminación ambiental

En un factor crucial; los niveles de iluminación son cuantificables, pero una buena norma empírica es que al decrecer los niveles de iluminación ambiental, debe aumentarse el contraste entre texto y el fondo del rótulo. Generalmente este efecto se consigue usando texto claro sobre paneles oscuros o viceversa.

### 5. Color

Ante la necesaria señalización en áreas libres o exteriores de la ciudad, es preciso tener presente en contar con una gama de colores y materiales naturales sobre todo en los casos de la señalización reguladora, en la cual los colores deben ser seleccionados de manera que llamen la atención al usuario.

En un entorno construido el color debe ser compatible con las características del inmueble incorporado a un sistema de color estándar.

Los colores usados con pinturas reflectivas, son de uso exclusivo para la señalización del tránsito, a sí mismo, es necesario que las pinturas sean no tóxicas.

En ningún caso la señalización puede ser iluminada de manera intermitente.

Colores de contraste

Rojo Blanco

Azul Blanco

Amarillo Negro

Verde Blanco

Efecto psicológico de los colores

Tamaño de superficie: los objetos verdes y azules parecen más grandes que los rojos y amarillos.

Espacio estereoscópico: las superficies verdes y azules parecen más alejadas; las rojas y amarillas más cercanas.

Plasticidad: los colores de onda corta (morado, azul, verde), dan un aspecto achatado al objeto; los de onda larga (amarillo, rojo) dan un impresión de relieve.

Color: rojo y amarillo parecen caliente; azul y verde fríos.

Dureza: rojo, blanco y amarillo parecen duros; verde, negro y azul blandos.

Peso: los colores claros hacen que los objetos parezcan más livianos

## 6. Simbología

El termino sím x d 9 d d 9 Z Z rZ dZ d Z Zx Z d 9 Z Zd d  
x d Z d Z d 9Z= dZ Z d= E

El pictograma es la representación de un objeto; por ejemplo el dibujo de una persona masculina o femenina identifica a los usuarios de un aseo público.

Los símbolos abstractos o arbitrarios; tales como letras, números y signos, no tiene relación visual con los objetos y conceptos que representan, pero deben comunicar claramente una idea.

#### Los Símbolos en señalización

Los símbolos en su concepto más amplio, se usan por lo general como ayuda para la señalización direccional y como rótulos identificativos; son útiles frecuentemente en terminales y paraderos de transporte, zoológicos, acontecimientos puntuales como juegos deportivos, etc., que requieran la transmisión a gentes de muchas nacionalidades y/o culturas.

#### Símbolos Internacionales

Las convenciones que son comprendidas internacionalmente; se hace necesaria entonces, la adopción de un lenguaje internacional de símbolos, máxime en ocasiones en que la rapidez de identificación es esencial, como en aquellos casos que involucra la seguridad pública.

#### El Diseño

La efectividad de los símbolos es estrictamente limitada, estos interpretan más fácilmente cuando representan un objeto que una idea y que son inútiles a menos que formen parte de un sistema coherente. Debe hacerse acopio de la utilización de las formas geométricas puras como base del sistema.

#### Uso efectivo de los símbolos

Existen situaciones, incluyendo aquellas en que la seguridad pública sea de la mayor importancia, en que los símbolos pueden utilizarse como rótulos o como parte de ellos para magnificar sus efectos. Los museos, parques, sistemas peatonales, zoológicos, exposiciones, entre otros, son los lugares adecuados para el uso de símbolos.

#### Símbolo y Texto

Cuando el símbolo se convierte en parte fundamental del mensaje, se separa este del texto, incrementando su dimensión.

#### 7. Texto

##### Cuerpo del texto

El texto del rótulo de señalización debe ser absolutamente plano; el material escrito (encabezamiento y textos), debe ser consistente, lo más corto posible y sin ambigüedades.

##### Abreviaturas

Como norma general, no se deben utilizar abreviaturas en ningún tipo de señalización ya que estas pueden causar confusiones, e incluso reacciones de frustración y rechazo cuando no son comprensibles.

Sin embargo, pueden existir ocasiones en que son inevitables y hasta deseables, cuando ellas existan por razones de seguridad.

##### Tipos de letras

No existen tipos de letras buenas y malas; es necesaria una elección de letras de segura y rápida percepción ya que los tipos inusuales o caprichosos pueden dificultar su identificación.

Unos tipos clásicos de letras usadas en señalización son las: A. Serif (con plantillas), B. San Serif (sin plantillas o de palo seco); C. Times D. Frutiger o Helvética.

### Legibilidad

Significa que los caracteres pueden ser vistos y comprendidos.

Esta característica es vital en los casos de señalización orientadora, informativa, direccional, y reguladora. La elección, el peso de la letra el espesor, contraste de tildes y la proporción entre la cara y los huecos (o contraste) es de gran importancia.

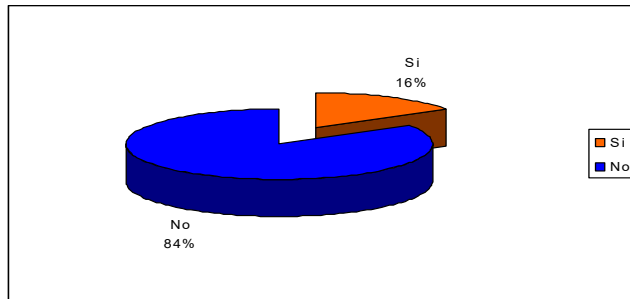
Las palabras se leen y se reconocen por su forma general y no por la forma de las letras; la mitad superior de la palabra es mas critica, que la mitad inferior. En consecuencia, las letras caja baja, con sus contornos más irregulares y por tanto mas intuitivos, son preferibles a las mayúsculas.

La separación entre los caracteres (espaciado) debe ser apreciable, para crear un ritmo consistente entre los rasgos, espacios y entre letras tener aproximadamente la misma superficie cualesquiera que sean las formas.

## ANEXOS 2 TABULACION DE LA ENCUESTA

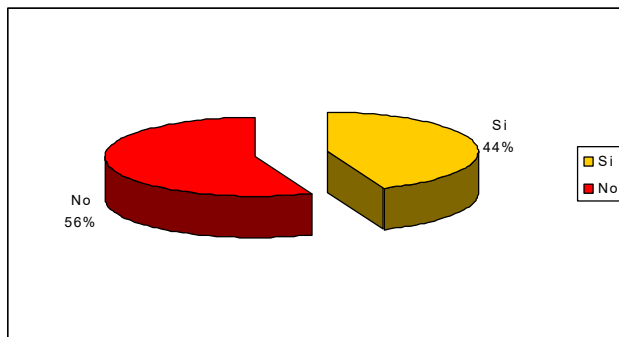
Cree usted que la distribución del espacio físico para el mobiliario en el parque es el adecuado?

Si	42	16%
No	8	84%



Le gusta el diseño del mobiliario y la arquitectura del parque de la unidad?

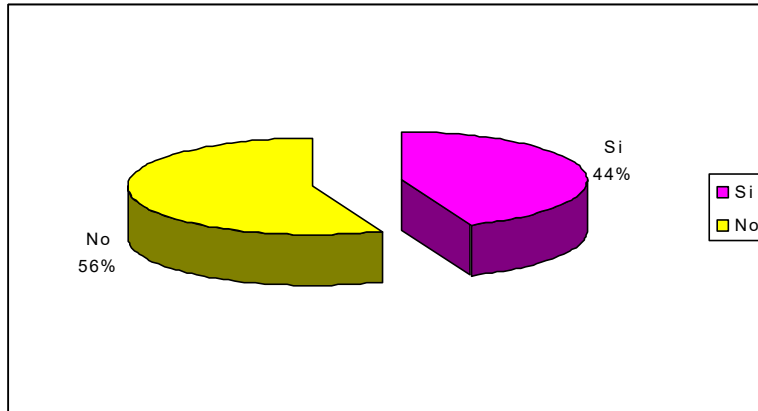
Si	22	44%
No	28	56%



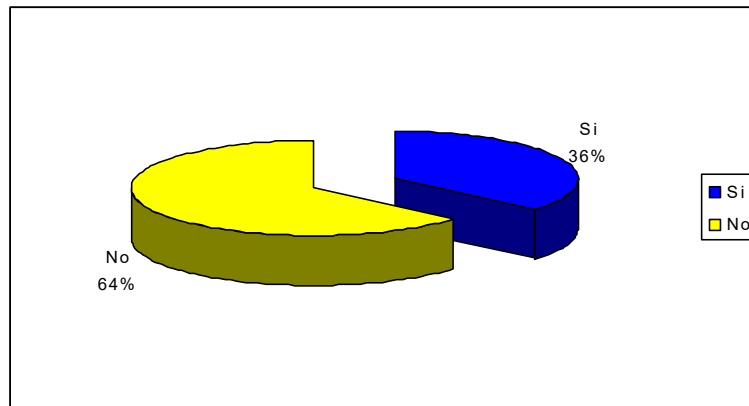
Le parece adecuada: Tanto en forma, colores y textura

NOTA: Marca si o no a cada una de las anteriores.

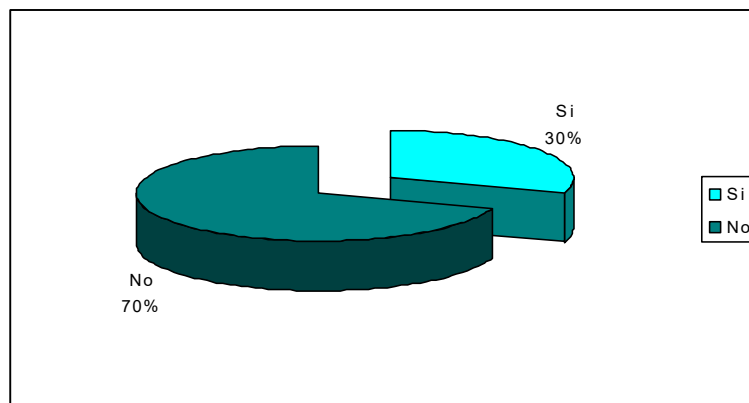
La Iluminación	Si	22	44%
	No	28	56%



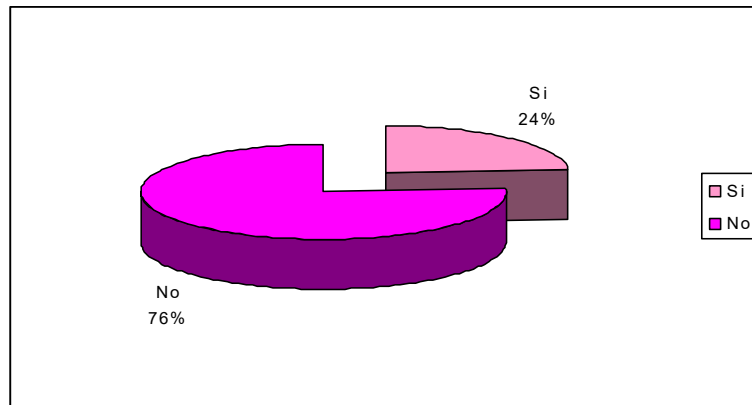
Las sillas	Si	18	36%
	No	32	64%



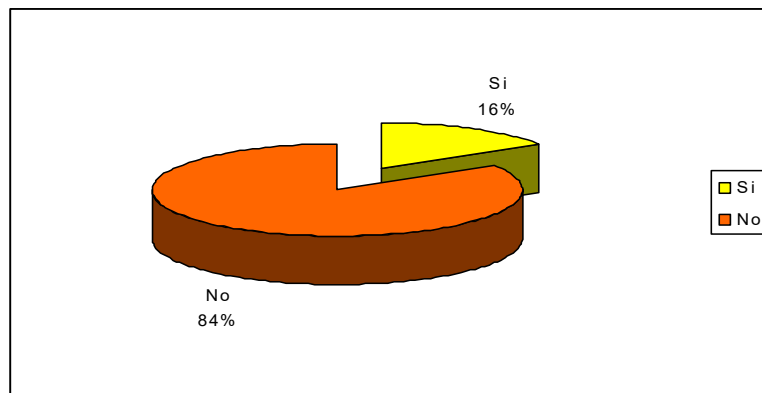
Mesas	Si	15	30%
	No	35	70%



Basureras	Si	12	24%
	No	38	76%

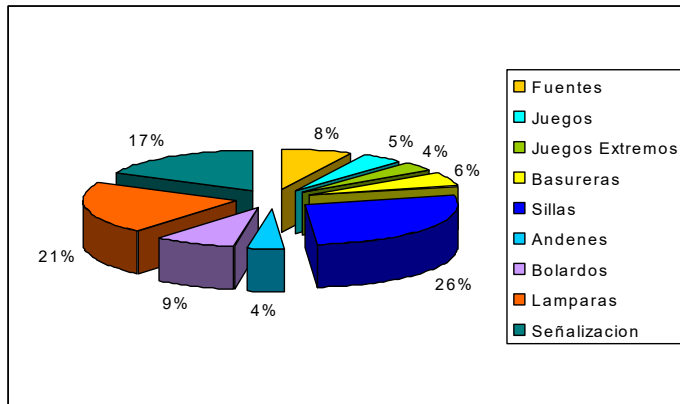


Bolardos	Si	8	16%
	No	42	84%



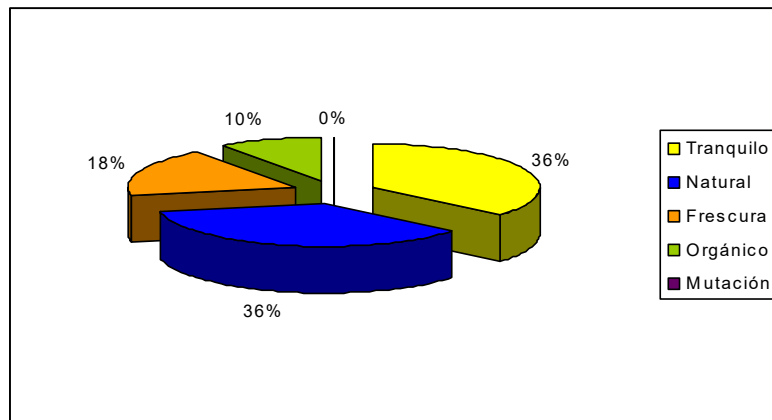
Que le gustaría encontrar novedoso en el mobiliario del parque de la unidad?

Fuentes	15	8%
Juegos	9	5%
Juegos		
Extremos	7	4%
Basureras	12	6%
Bancas	54	26%
Andenes	8	4%
Bolardos	17	9%
Lámparas	43	21%
Señalización	35	17%



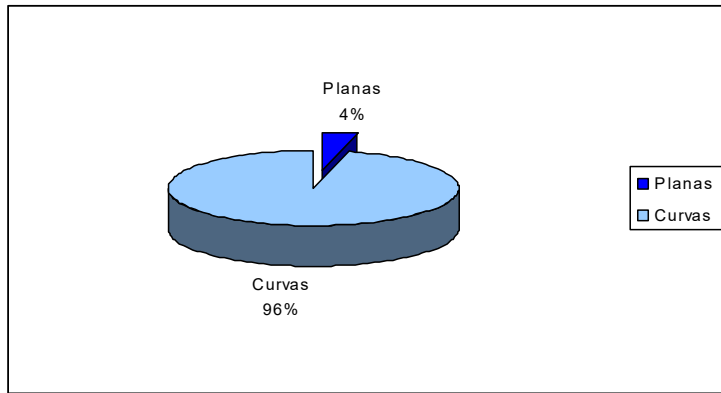
Que concepto le gustaría que tuviese el mobiliario del parque de la unidad?

Tranquilo	18	36%
Natural	18	36%
Frescura	9	18%
Orgánico	5	10%
Mutación	0	0%



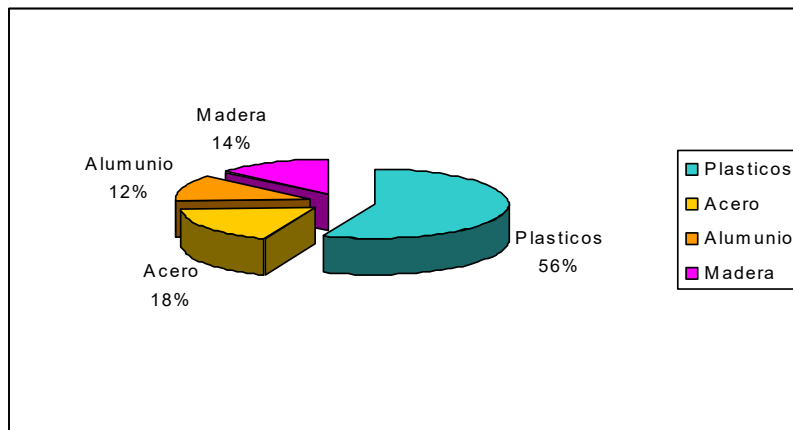
Que formas le gustaría para un nuevo parque?

Planas	2	4%
Curvas	48	96%



De que material le gustaría que fuera el mobiliario para el parque?

Plásticos	28	56%
Acero	9	12%
Aluminio	6	18%
Madera	7	14%



**ANEXOS 3**  
**COMPETENCIA DEL MOBILIARIO EXISTENTE "BANCA"**

	<p>Patas de fundición gris.          Armazón pintado con polvo de poliéster termoendurecible.          Madera tratada con impregnantes xiloprotectores y acabado en barniz para exteriores.          Tortillería cincada y bicromatada.          Acabado en color negro.          Largo: 2000 mm.          Fondo: 750 mm</p>
	<p>Madera tropical tratada con protectores antiparasitarios y fungicidas.          Acabado de la madera en barniz a poro abierto en color: caoba.          Bancada en fundición de hierro con acabado en oxiron negro forja.          Largo: 2000 mm.          Ancho: 700 mm.          Alto: 730</p>
	<p>Madera tropical tratada con protectores antiparasitarios y fungicidas.          Acabado de la madera en barniz a poro abierto en color: caoba.          Bancada en tubo de acero de 40 mm.          Largo: 2080 mm.          Ancho: 840 mm.          Alto: 850</p>
	<p>Acabado pintura negro mate          Largo: 2060 mm.          Ancho: 540 mm.          Alto: 770</p>

	<p>Madera tropical tratada.  Acabado de la madera en barniz a poro abierto en color: caoba, castaño  Bancada en fundición de hierro acabado en oxiron negro de forja.  Largo: 2000 mm.  Ancho: 510 mm.  Alto: 609</p>
	<p>Madera tropical tratada con protectores antiparasitarios.  Acabado de la madera en barniz a poro abierto en color: caoba.  Bancada en fundición de hierro acabado en oxiron negro de forja.  Largo: 2000 mm.  Ancho: 625 mm.  Alto: 725</p>
	<p>Fabricado con armazón de hierro fundido y pletina de refuerzo imprimado y pintado.  Madera de primera calidad Sapelli de gran dureza o mobila pintada con Xiladecor.</p>
	<p>Caoba oscura  Posee una excelente resistencia  Alto: 700  Ancho: 650  Largo: 2000</p>
	<p>Fabricado en armazón de hierro.  Madera plástica  Alto: 700  Ancho: 650  Largo: 2000</p>
	<p>Banca totalmente en cemento.  Largo: 2000 mm  Ancho: 550 mm  Alto: 500 mm</p>

**ANEXOS 4**  
**Información obtenida: Fundamentos de manufactura moderna**  
Procesamiento de plásticos  
**DESCRIPCION DE LOS POLIMEROS**

Generalidades

Los plásticos se pueden moldear para conformar partes de intrincada geometría sin necesidad de procesos posteriores. Son compatibles con los procesamientos de forma neta.

Los plásticos poseen una atractiva lista de propiedades para muchas aplicaciones de ingeniería donde la resistencia no es un factor determinante:

Baja densidad con respecto a los metales y a los cerámicos.

Buena relación de resistencia peso para ciertos polímeros (para el producto a diseñar).

Alta resistencia a la corrosión.

Baja conductividad eléctrica y térmica.

Volumétricamente, los polímeros son competitivos en costo con los metales.

Los polímeros generalmente requieren menos energía que los metales para su producción, también en términos volumétricos. esto se debe a que las temperaturas de trabajo de dichos materiales son generalmente mucho mas bajas que para los metales.

Ciertos plásticos son traslucidos y transparentes los cual los hace competitivos en con el vidrio en algunas aplicaciones.

Los polímeros se usan ampliamente en materiales compuestos.

Reseña histórica

1839 - Vulcanización de hule por parte de Goodyear.

1869 John Wesley creo el celuloide (celulosa + alcanfor).

1884 La creación del celuloide dio origen a la película fotográfica.

1909 Desarrollo de la baquelita.

1940 Desarrollo del PEBD, PVC y silicona.

- 1950 Desarrollo del PC.
- 1960 Desarrollo del PEAD y PP.
- 1970 Desarrollo de la nueva poliamida y poliacetales.

#### Limitaciones

Baja resistencia con respecto a la de los metales y los cerámicos.

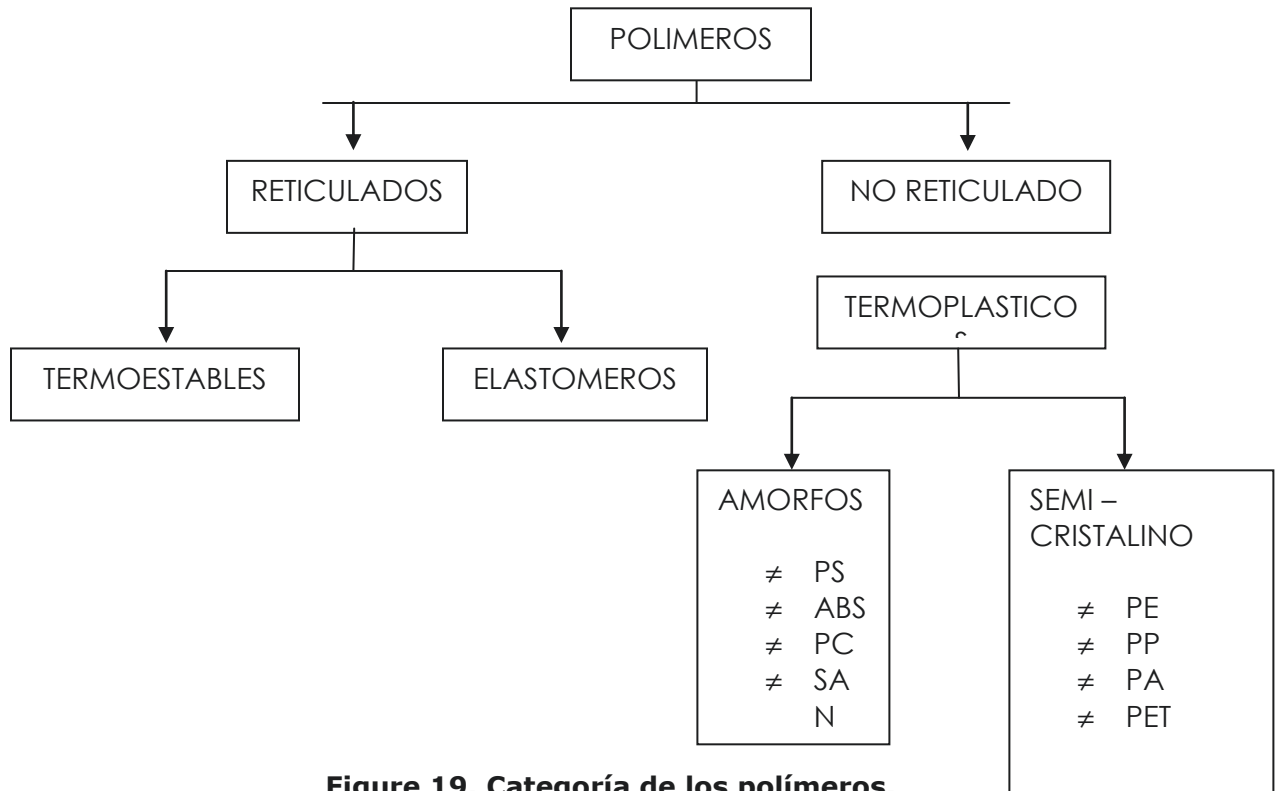
Bajo modulo de elasticidad o rigidez (en el caso de los elastómeros esta puede ser desde luego una característica favorable).

Las temperaturas de servicio se limitan a solo algunos cientos de grados debido al ablandamiento de los termoplásticos, o la degradación de los polímeros termofijos.

Algunos polímeros se degradan cuando se sujetan a la luz del sol y otras formas de radiación.

Los plásticos exhiben propiedades viscoelásticas, lo cual puede ser una limitación distintiva en aplicaciones que implican carga.

Los polímeros se dividen en dos categorías

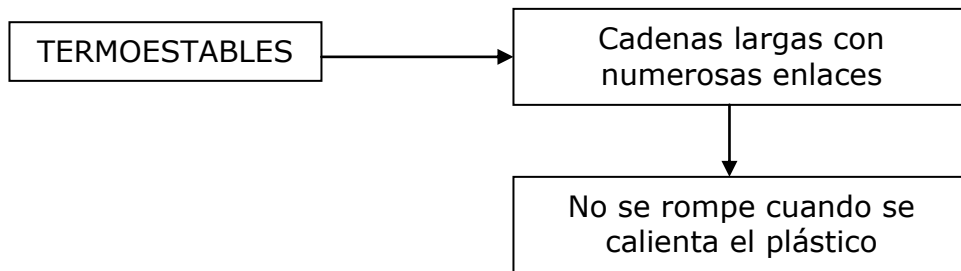


**Figure 19. Categoría de los polímeros.**

## Reticulados

### Polímeros termofijos (TS) o termoestables

No toleran ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento como lo hacen los termoplásticos. Con calentamiento inicial, se ablandan y fluyen para ser moldeados, pero las temperaturas elevadas producen también una reacción química que endurece el material y lo convierte en un sólido infusible. Si este polímero termofijo se recalienta, se degrada por pirolisis en lugar de ablandarse.



**Figure 20. Polimeros termoplasticos o termofijos.**

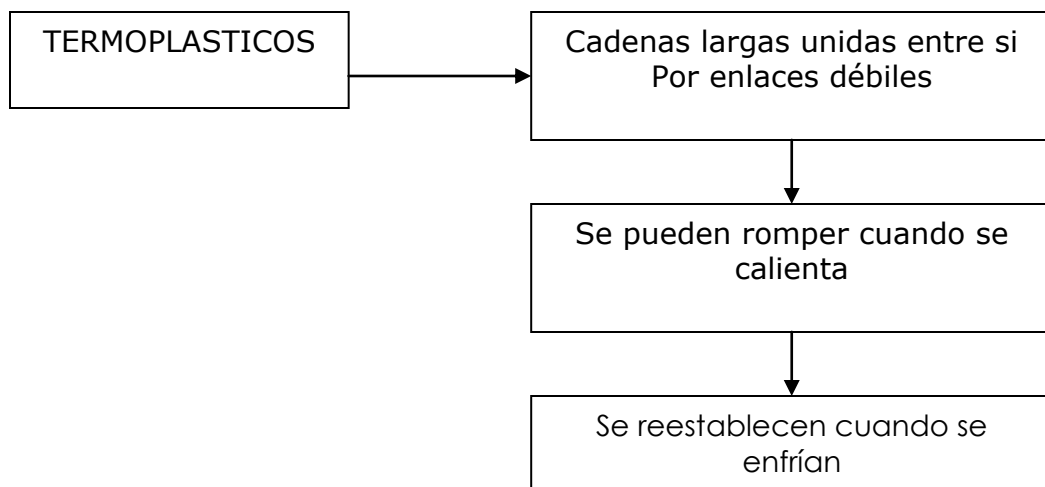
Elastómeros.

Son los hules. Los elastómeros (E) son polímeros que exhiben una extrema extensibilidad elástica, cuando se sujetan a esfuerzos mecánicos relativamente bajos. Algunos elastómeros pueden estirarse alargando 10 veces su longitud y luego recuperan completamente su forma original. Aunque las propiedades son bastante diferentes a las de los termofijos, comparten una estructura molecular similar a la de éstos, pero diferente de la de los termoplásticos.

No reticulados

Polímeros termoplásticos (TP):

Como se les llama frecuentemente, son materiales sólidos a temperatura ambiente, pero cuando se someten a temperaturas de algunos cientos de grados se convierten en líquidos viscosos. Esta característica permite conformarlos fácil y económicamente en productos útiles. Pueden sujetarse repetidamente a ciclos de calentamiento y enfriamiento sin que se degraden significativamente (ver figura 21).

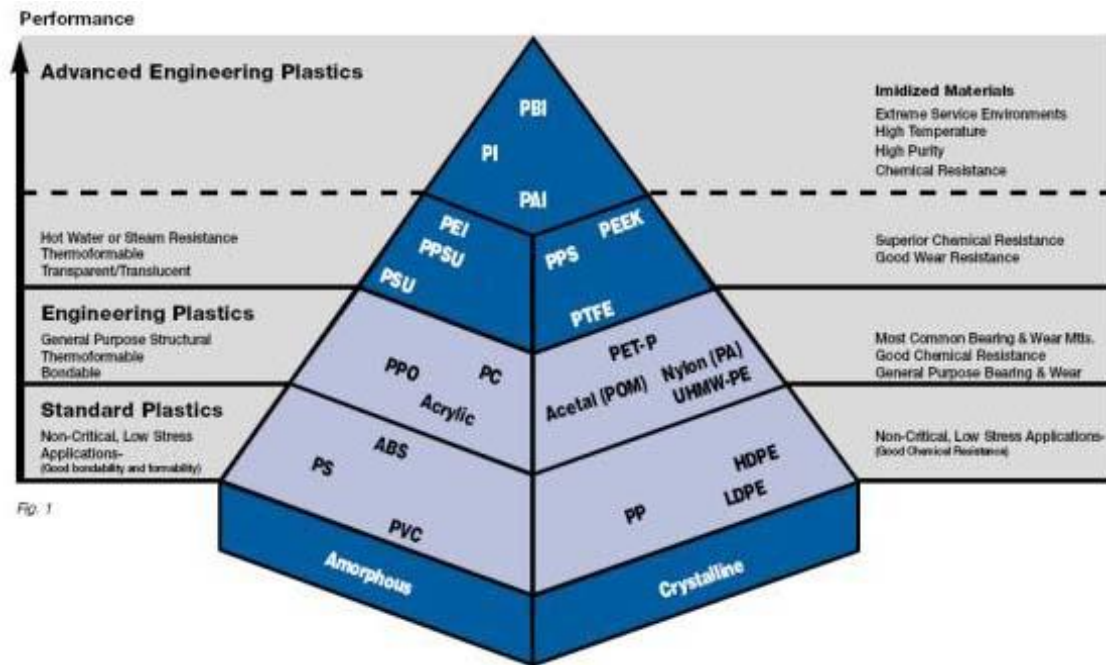


**Figure 21. Polímeros termoplásticos.**

Los TP, se dividen en:

**Amorfos:** Son aquellos que por su estructura molecular no pueden adoptar un estado de empaquetamiento compacto. Sus cadenas moleculares están fuertemente ramificadas. Carecen de todo orden estructural y por ello recibe el nombre de termoplástico amorfo.

**Semicristalinos:** Presentan pocas ramificaciones, escasas y cortas cadenas laterales, que determinan que algunas moléculas puedan compactarse. Nunca son transparentes, sino que como consecuencia de la dispersión de la luz tiene un aspecto turbio (ver figura 22).



**Figure 22. Amorfo - semicristalinos**

## Fundamentos de la ciencia de los polímeros

Los polímeros se sintetizan mediante la unión de muchas moléculas para formar moléculas muy grandes, llamada macromoléculas, las cuales poseen una estructura en forma de cadena. Las pequeñas unidades, llamadas monómeros, son generalmente moléculas orgánicas instauradas simples. Los átomos se mantiene unidos en esta molécula por medio de enlaces covalentes, y cuando se unen para formar el polímero, esos mismos enlaces mantienen unidos a los eslabones de la cadena.

## Polímeros termoplásticos

**Tabla 3. Ficha de los polímeros**

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)
<p><b>Descripción</b> Dentro de los polímeros, el polietileno presenta la fórmula química más simple, constituida únicamente por el carbono e hidrógeno. Se obtiene de la polimerización del gas etileno, producto de la fracción del petróleo, mediante un proceso de alta presión. El polietileno es el plástico de mayor consumo a nivel mundial y se transforma fácilmente por extracción, inyección, soplado y rotomoldeo principalmente.</p>
<p><b>Propiedades</b> El polietileno de baja densidad es un material flexible, de bajo peso, con buena resistencia a los productos químicos, no se rompe con los impactos, puede estar en contacto con los alimentos y no permite el paso del agua a través de él. Cuando este tipo de polietileno se le introducen peróxidos orgánicos se entrecruzan las moléculas y con ello se mejoran las propiedades de aislamiento eléctrico y de resistencia a la intemperie. También se obtienen propiedades de aislamiento térmico y de amortiguamiento con la adición de agentes espumantes.</p>
<p><b>Propiedades físicas</b> Absorción de Agua - en 24 horas ( % ): &lt;0,015 Densidad ( g cm<sup>-3</sup> ): 0,92 Índice Refractivo: 1,51 Índice de Oxígeno Límite ( % ): 17 Resistencia a la Radiación: Aceptable</p>
<p><b>Propiedades mecánicas</b> Alargamiento a la Rotura ( % ): 400 Dureza Rockwell: D41-46 Shore Módulo de Tracción ( GPa ): 0,1-0,3 Resistencia a la Tracción ( MPa ): 5-25 Resistencia al Impacto Izod ( J m<sup>-1</sup> ): &gt;1000</p>
<p><b>Propiedades térmicas</b> Color Específico ( J K<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> ): 1900-2300 Coeficiente de Expansión Térmica ( x10<sup>-6</sup> K<sup>-1</sup> ): 100-200 Conductividad Térmica a 23C ( W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ): 0.33 Temperatura Máxima de Utilización ( C ): 50-90 Temperatura Mínima de Utilización ( C ): -60 Temperatura de Deflexión en Caliente - 0.45MPa ( C ): 50 Temperatura de Deflexión en Caliente - 1.8MPa ( C ): 35</p>

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)
<p><b>Descripción</b>  Este tipo de polietileno también es obtenido a partir del gas de etileno pero a diferencia del de baja densidad es polimerizado a baja presión con catalizadores de ziegler-natta. La presentación comercial es en forma de gránulos blancos translucidos y también en formas de polvo para cuando se emplea moldeo rotacional.</p>
<p><b>Propiedades</b>  Por presentar una mayor densidad que el polietileno de baja densidad, este tipo presenta una mayor rigidez, dureza, mejor resistencia a todos los productos químicos, mejor resistencia a la temperatura, barrera al vapor de agua y también puede estar en contacto con alimentos.  El aumento de densidad hace que disminuya su resistencia al impacto, sobre a todo a bajas temperaturas, y en el caso de las películas disminuyen la elongación y la transparencia.  Las propiedades pueden variar al disminuir o aumentar el índice de fluidez.</p>
<p><b>Propiedades físicas</b>  Absorción de Agua en 24 horas ( % ): &lt;0,01  Densidad ( g cm<sup>-3</sup> ): 0,95  Índice Refractivo: 1.54  Índice de Oxígeno Límite ( % ):17  Resistencia a la Radiación: Aceptable</p>
<p><b>Propiedades mecánicas</b>  Coeficiente de Fricción: 0.29  Dureza Rockwell: D60-73 Shore  Módulo de Tracción ( Gpa ): 0,5-1,2  Relación de Poisson: 0.46  Resistencia a la Tracción ( Mpa ): 15-40  Resistencia al Impacto Izod ( J m<sup>-1</sup> ): 20-210</p>
<p><b>Propiedades térmicas</b>  Calor Específico ( J K<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> ): 1900  Coeficiente de Expansión Térmica ( x10<sup>-6</sup> K<sup>-1</sup> ): 100-200  Conductividad Térmica a 23C ( W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ): 0.45-0.52  Temperatura Máxima de Utilización ( C ): 55-120  Temperatura de Deflección en Caliente 0.45Mpa ( C ): 75  Temperatura de Deflección en Caliente 1.8Mpa ( C ): 46</p>

POLIPROPILENO (PP)
<p><b>Descripción</b>  El propileno es un termoplástico perteneciente a la familia de las poliolefinas, obtenido por la polimerización del gas propileno. Su presentación comercial es forma de gránulos blancos translucidos y por apariencia cerosa.  Básicamente existen dos grados comerciales del polipropileno: homopolímero y copolímero.  Los productos fabricados son translucidos y en el caso de las películas son altamente transparentes y brillantes, puede colorearse en cualquier tono y tiene la capacidad de ser metalizado.</p>
<p><b>Propiedades</b>  El polipropileno homopolímero posee una alta resistencia a los ácidos y bases, y a temperatura ambiente no hay ninguna sustancia orgánica que lo pueda disolver. Además, presenta resistencia a la temperatura y puede ser esterilizado con rayos gamma y con oxido de etileno. Tienen resistencia a la tensión y una alta elongación; su resistencia al impacto es buena a temperatura ambiente, pero a baja temperatura es muy débil. El polipropileno copolímero también presenta resistencia al impacto a baja temperatura, es mas flexible que el tipo homopolímero, pero es menos resistente a la temperatura y a productos químicos. Los polipropileno pueden mejorar su resistencia al impacto cuando se les modifica con hules con el EPDM. Con el fin de abaratar costos o para incrementar sus propiedades mecánicas, el polipropileno es cargado con carbonato de calcio, talco o fibras de vidrio principalmente.</p> <p><b>Propiedades físicas</b>  Absorción de Agua - Equilibrio ( % ): 0.03  Densidad ( g cm<sup>-3</sup> ): 0.9  Índice Refractivo: 1.49  Índice de Oxígeno Límite ( % ): 18  Inflamabilidad: Aceptable</p> <p><b>Propiedades mecánicas</b>  Alargamiento a la Rotura ( % ): 150-300, para filmes biax. &gt;50  Coeficiente de Fricción: 0,1-0,3  Dureza Rockwell: R80-100  Módulo de Tracción ( GPa ): 0,9-1,5 - par filmes biax. 2,2-4,2  Resistencia a la Abrasión - ASTM D1044 ( mg/1000 ciclos ): 13-16  Resistencia a la Tracción ( MPa ): 25-40, para filmes biax. 130-300  Resistencia al Impacto Izod ( J m<sup>-1</sup> ): 20-100</p> <p><b>Propiedades térmicas</b>  Calor Específico ( J K<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> ): 1700 1900  Coeficiente de Expansión Térmica ( x10<sup>-6</sup> K<sup>-1</sup> ): 100-180  Conductividad Térmica a 23C ( W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ): 0,1-0,22  Temperatura Máxima de Utilización ( C ): 90-120  Temperatura Mínima de Utilización ( C ): -10 a -60  Temperatura de Deflección en Caliente - 0.45MPa ( C ): 100-105  Temperatura de Deflección en Caliente - 1.8MPa ( C ): 60-65</p>

## ANEXOS 5

Información obtenida: Primer simposio internacional del plástico y del caucho  
Seminario internacional de reciclaje plástico

### EL RECICLAJE DE POLIMEROS

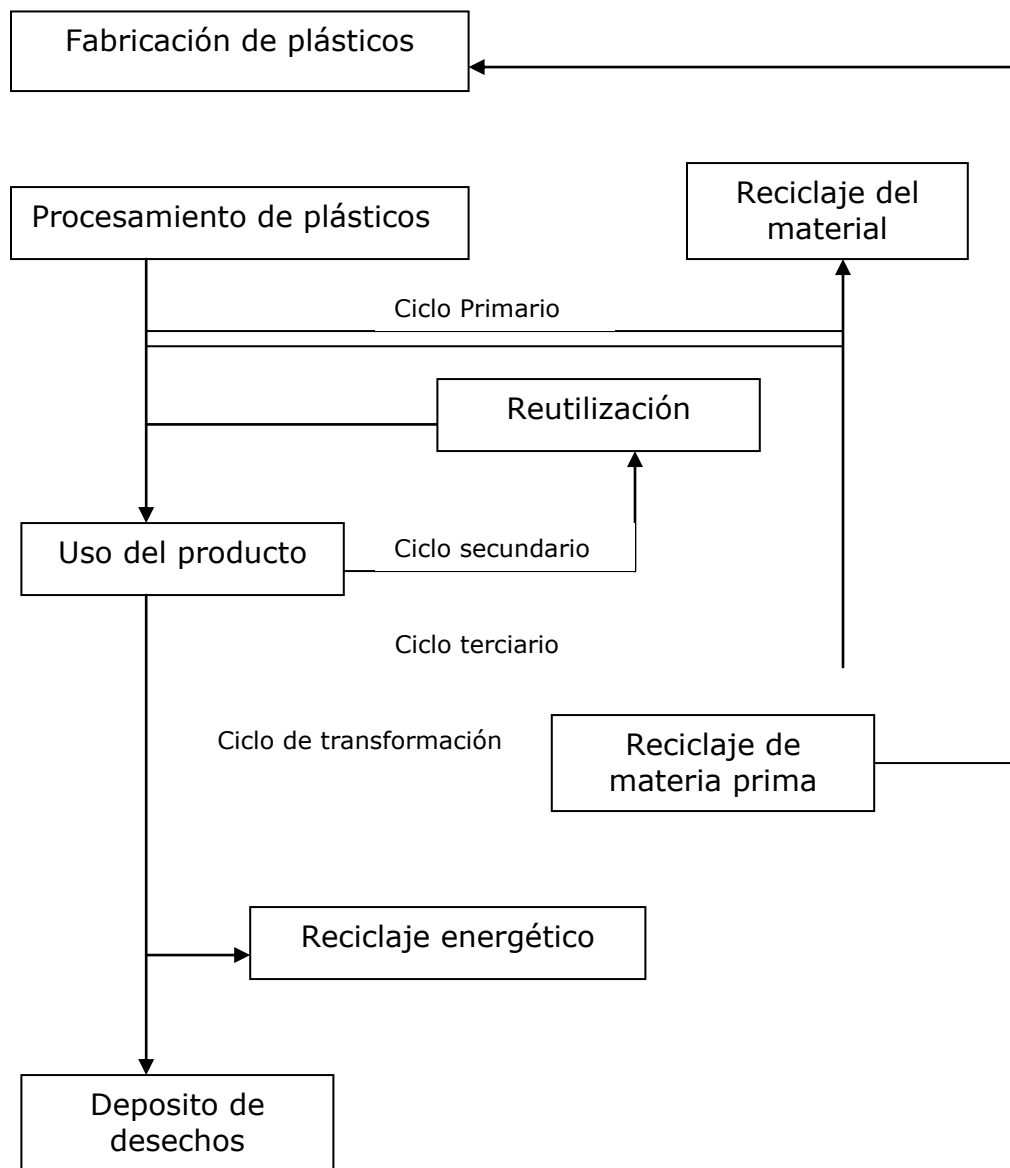
#### Razones y motivos del reciclaje

El creciente problema asociado con los desechos, tal acto es motivado por el hecho que el continuo incremento de los desechos y la eliminación de estos en los rellenos sanitarios y en la incineradora están siendo cada vez mas restringidos por problemas ambientales y de opción publica, además se le da prioridad a la disminución de los desechos y al reciclaje sobre la eliminación de estos rellenos sanitarios.

Para la eliminaciones de ellos es garantizar que bajo un tratamiento previo no se presentaran reacciones químicas y no habrá un efecto nocivo sobre las aguas subterráneas, el reciclaje de desechos por otro lado, se lleva a cabo con un objetivo de asegurar, en la medida de lo posible, ciclos cerrados de materiales; por otro lado el objetivo de la eliminación de las basuras esta encaminado mediante la implementación de soluciones a largo plazo, o no deja aparecer estos ciclos de materiales.

Una de las primeras funciones del reciclaje es ahorrar recursos. El hecho de los recursos de materia prima son limitados ha originado un cambio en la forma se miran los desechos. Tecnología de reciclaje han permitido ya la obtención de buenas materias primas secundarias utilizables en una amplia gama de aplicaciones, ahorrando por consiguiente recursos para materias primas originales. De esta manera, es posible eliminar la ruta única para los materiales, que se inicia con la elaboración de la materia prima, continua con la elaboración de un producto de uso único y termina con la incineración o en

los rellenos sanitarios. En lugar de ello, los materiales, pueden permanecer dentro del ciclo del material por un periodo mayor al tiempo, asegurándose de un uso más versátil y eficiente. La creación de los ciclos de utilización de material, dentro de las secuencias de transformaciones del recurso en materia prima en producto y finalmente en desecho, puede comenzar en cualquier parte de esta secuencia (ver figura 23).



**Figure 23. Circulo del reciclaje.**

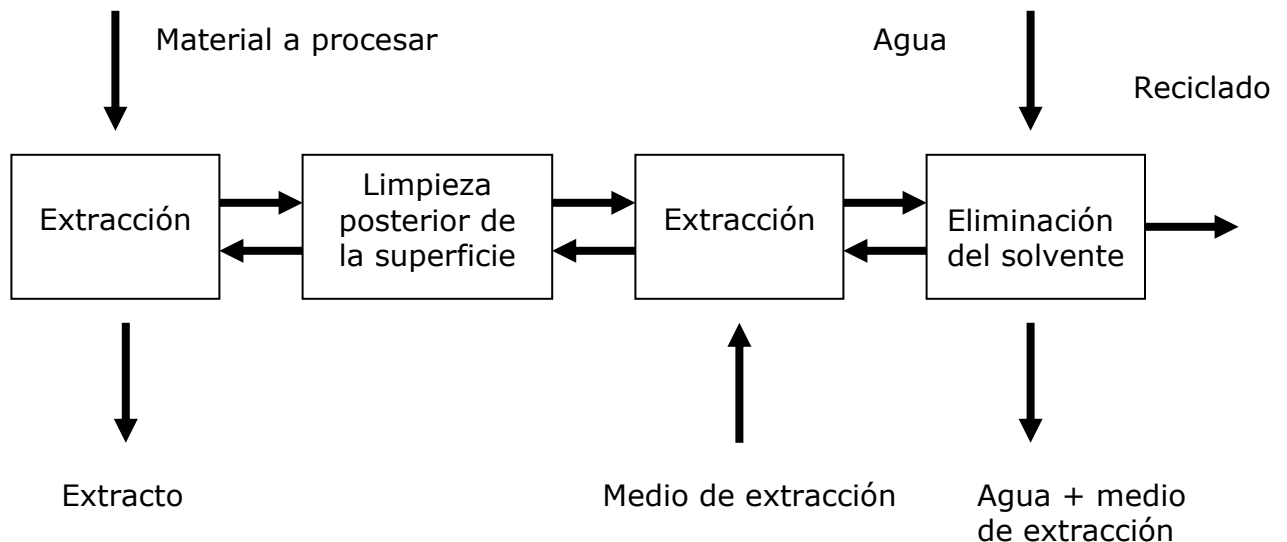
Se distinguen esencialmente cuatro diferentes secuencias. En el reciclaje primario, los desechos de producción son retroalimentados como material de entrada reusable. Este tipo de reciclaje es generalmente referido como reciclaje interno. Es el reciclaje secundario el desecho potencial es utilizado en la obtención del mismo tipo de producto u otro para una aplicación diferente; por ejemplo, las llantas usadas como protectores en los embarcaderos. Aplicando a esta definición, el uso de botellas retornables también constituye un ejemplo de reciclaje secundario. El reciclaje terciario se tiene en la etapa de producción y uso de productos, así como la reutilización de desechos y su aprovechamiento en la forma de materiales secundarios de trabajo. El cuarto tipo de reciclaje se presenta en el procesamiento de desechos y su reutilización como recursos para la elaboración de materia prima.

Entre mayor sea la ruta cubierta por el material dentro de un circuito de reciclaje, mayor será la cantidad de energía requerida en su procesamiento y transporte. Estos requerimientos energéticos tienen directo impacto en el costo efectivo y el valor ecológico de los procesos de reciclaje. Los estudios de rentabilidad son objeto de un amplio análisis y aplicación a nivel mundial. Para determinar el valor ecológico de un procesamiento se ha introducido el empleo de los denominados balances ecológicos. En su elaboración, se esquematiza la ruta de un producto es y se cuantifican los consumos de energía primaria, aire y agua. Para un estudio exclusivo de un sistema, sin embargo se deberá tener en cuenta además factores como el requerimiento de recursos naturales, la emisión de gases, polución de agua y suelos. El estudio de un sistema con reciclaje múltiple puede ser efectuado mediante métodos estadísticos. Los balances ecológicos son pocos frecuentes a nivel de compañía; más bien son realizados por organizaciones de más alta jerarquía tales como las oficinas gubernamentales del medio ambiente y otras.

## Condiciones para el reciclaje de plástico

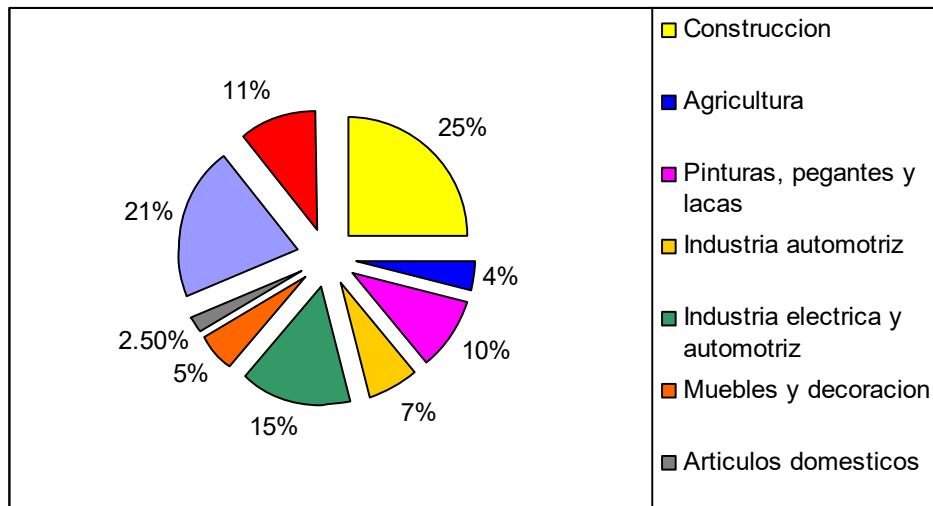
Las propiedades físicas y químicas de los plásticos orgánicos de cierta estructura macromolecular las cuales presentan a su vez una gran variedad de propiedades. Esta gran variedad de propiedades en materiales se extiende desde alta dureza y fragilidad, hasta alta tenacidad y elasticidad. Adicionalmente hoy en día se dispone de un gran número de procesos de transformación y equilibrio especializado que ha facilitado una rápida y amplia difusión del empleo de estos materiales. La existencia de tan alto número de diferentes plásticos y muchos variados campos de aplicación causan considerables problemas en la recolección y procesamiento de materiales como propósito de reciclaje. Se discutirá seguidamente la ruta seguida por los plásticos iniciándose con la materia prima y terminando con el punto donde se convierte en desechos.

La materia prima usada para casi todos los plásticos es el petróleo (ver figura 24).



**Figure 24. Procedimiento de extracción**

Alemania es el tercer productor de plásticos en el mundo, después de USA y Japón. Se producción anual esta en el rango de 9.1 millones de toneladas con mas de 5 millones de toneladas de procesamiento en este país y un consumo de aproximadamente 4 millones de toneladas. Debido a la gran variedad de materiales y de formas, los productos plásticos se encuentran presentes en muchos sectores de productos (ver figura 25).



**Figure 25. Campo de aplicación de plásticos.**

La cantidad de plásticos de desecho están en la orden de los 2 millones de toneladas. La discrepancia entre la cantidad de plásticos producidos y sus cantidades de desecho es debido a la diferencia de vida útil de los productos. Dependiendo del producto particular en la cuestión habrá un mayor o menor retraso de tiempo en la ruta del material plástico. Es claro que cada vez aumenta la vida útil de los productos plásticos en circulación en la economía.

Mientras que en la industria de la construcción de los plásticos tiene una larga vida útil, en la industria de empaques y bolsa el producto generalmente se convierte en desechos en el primer año de haberse producido.

Las deferentes posibilidades del reciclaje para plásticos se pueden clasificar de acuerdo a la técnica de los procesos envueltos (ver tabla 4)

**Tabla 4. Posibilidades del reciclaje.**

<b>DESECHOS DE POLIMEROS</b>		
Reciclaje de material	Descomposición química en sus componentes moleculares y su reutilización	Utilización energética
Retorno del producto		Combustión con aire
Derretirlo	Hidrólisis, glicólisis y alcoholes. Hidrogenación Pirolisis Producción sintética de gases	Combustión con oxígeno puro

El reciclaje de materiales de la misma clase no contaminados hoy en día no presenta ningún problema técnico. Se debe tener presente que los plásticos se conserva relativamente bien mientras que en el segundo proceso esta es deliberadamente destruida. El objetivo del reproceso es recuperar material de tal forma que pueda ser introducido de nuevo en el proceso de elaboración de nuevos productos. La descomposición térmica por el contrario pretende obtener una materia prima secundaria o energía ya sea esta en forma de calor o electricidad.

El proceso se ha reservado de forma casi exclusiva para los termoplásticos ya que ellos pueden ser fundidos o disueltos pudiéndose así ser reprocesados. Debido a la reticulación existente en los termofijos y elastómeros ellos no pueden ser reprocesados sin destruir su estructura molecular, es por ello que la descomposición térmica constituye virtualmente el único medio de reciclados.

El reciclaje de materiales de la misma clase no contaminados hoy en día no presenta ningún problema técnico. Se debe tener presente que los plásticos se

deterioran en cada proceso. Este deterioro se hace más evidente a partir de sus características mecánicas a largo plazo.

En la mayoría de los casos no es posible regranular con el fin de producir el mismo producto. En tales casos el material se emplea en la elaboración de artículos con menos exigencias de calidad.

El reprocesamiento se torna difícil debido a la contaminación del plástico a ser reciclado con materiales como aceites, papel, metal, etc. Aun, si esta mezcla de plásticos esta libre de sustancias extrañas, aparecen otras complicaciones. Se tienen dificultades y en el procesamiento debido a los diferentes rangos de temperatura para cada tipo de plástico presente y también las dificultades debidas a la incompatibilidad entre estos. Por ejemplo en el polipropileno, con el porcentaje de contaminación con otros materiales tan bajos como el 5% se presentan disminuciones apreciables en sus propiedades.

El procesamiento de desechos plásticos

Este proceso es casi exclusivo de los termoplásticos, puesto que aproximadamente el 80% de los productos plásticos son producidos basándose en polietileno, polipropileno, poliestireno y PVC, que constituyen los principales termoplásticos, y tal restricción no es un serio implemento en termino de tonelaje.

Las diferentes tecnologías de reprocesamiento trabajan básicamente efectuando las siguientes operaciones: reducción de tamaño, limpieza, separación, secado y subsecuente regranulación.

## **ANEXOS 6**

Información obtenida: Métodos sencillos de identificación de plásticos

**UB B U LCUL L U L U C W B**

Apariencia Física

Esta prueba es la primera que se debe llevar a cabo cuando se va a identificar una muestra. En realidad, este tipo de prueba siempre se realiza desde el momento en que la muestra del material se tiene en las manos, hay veces hasta de manera inconsciente.

Las propiedades que se determinan en esta etapa quedan divididas en:

Propiedades mecánicas

Propiedades ópticas

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas consisten en determinar el grado de resistencia que presenta la muestra del polímero al doblarse. Dependiendo de su comportamiento se clasifican en: (ver tabla 5)

Plásticos rígidos

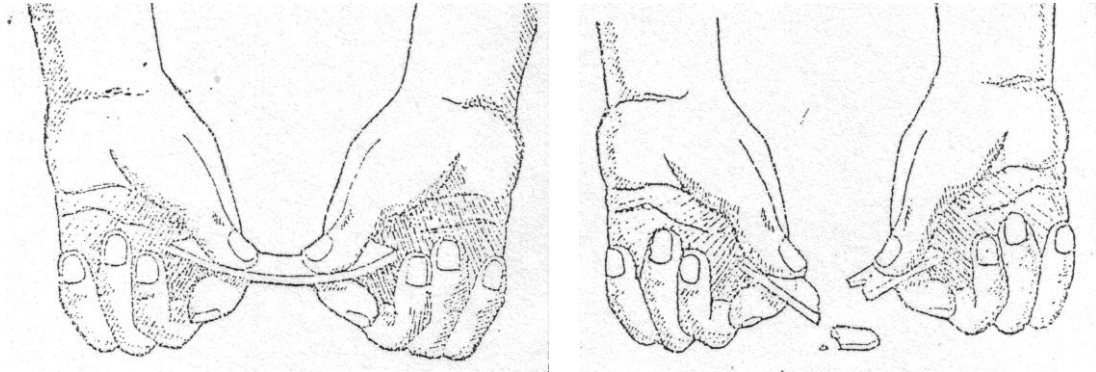
Plásticos semi-rígidos

Plásticos flexibles

**Plásticos Rígidos**

El plástico rígido es el que al intentar doblarse se rompe. Para llevar a cabo esta prueba se debe sujetar la probeta por ambos extremos y flexionarlo dirigiéndolo hacia el suelo, esto es para evitar que al romperse la fracción de la misma se proyecte hacia la persona que este realizando la prueba.

En el caso de los pellets que no se pueden doblar, se pueden golpear con un martillo (ver figura 26).

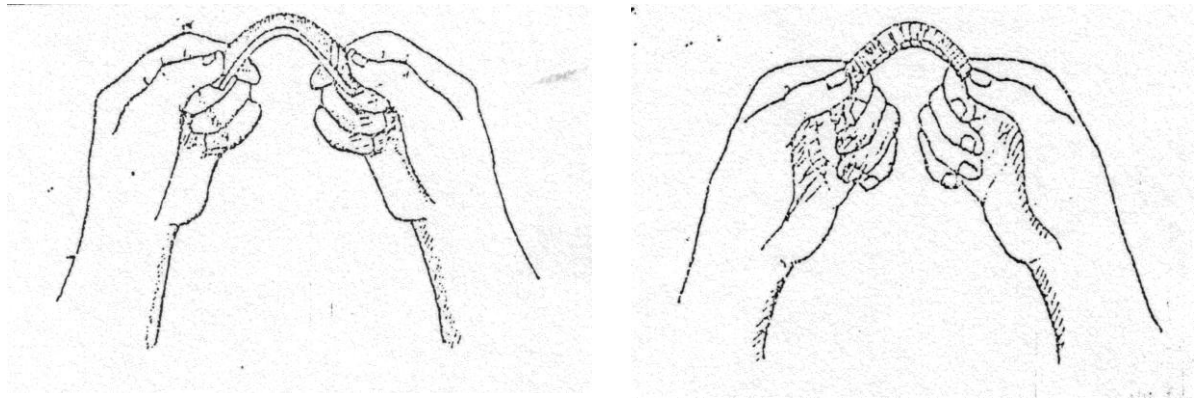


**Figura 26** Figure 27. Plásticos rígidos

Los plásticos semi-rígidos presenta oposición al doblado e incluso algunos pueden llegar a romperse. Este grupo abarca a los plásticos que presentan buenas propiedades mecánicas como resistencia a la tensión, dureza y tenacidad.

La diferencia de un plástico rígido y semi-rígido consiste en que, el plástico rígido cuando se intenta flexionar se fracciona inmediatamente y los plásticos semi-rígidos soportan ser flexionados y pueden o no, mostrar fractura.

En los pellets se procede de manera similar al inciso anterior, no obstante, los plásticos semi-rígidos manifiestan dificultades para conseguir romper la pieza y fraccionar los pellets e incluso en ocasiones no es posible lograrlo (ver figura 27).

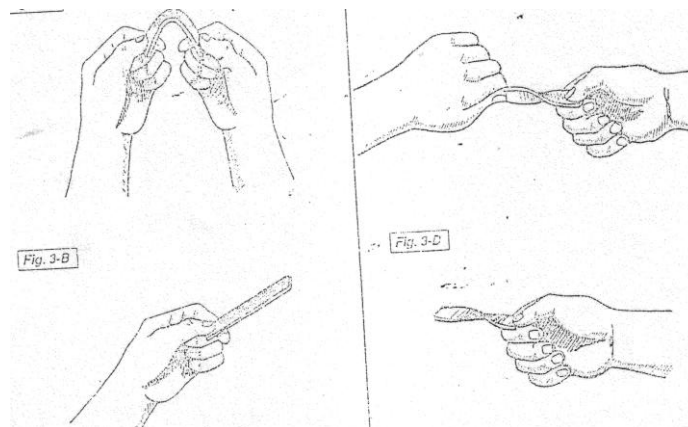


**Figura 27** Figura 13. Plásticos semi-rígidos

### Plásticos flexibles

A diferencia de los plásticos rígido y semi-rígidos, los plásticos flexibles no presentan ninguna oposición al ser doblados, e incluso es posible torcerlos sin que muestren ruptura.

Una prueba sencilla consiste en presionar la pieza, intentar rayarla o bien cortar un laja de la superficie con una navaja. Cuando esto resulta difícil, entonces se trata de un material flexible ya que estos materiales presentan una baja dureza superficial. Si el corte resulta difícil y el material únicamente se desbasta seguramente pertenece a un plástico semi-rígido o incluso rígido (ver figura 28).



**Figura 28** Figura 29. Plásticos Flexibles..

**Tabla 5. Propiedades mecánicas**

RIGIDOS	SEMI-RIGIDOS	FLEXIBLES
Acrílico	Acetal	Etileno y acetato de vinilo
Estireno-acrilonitrilo	Acrilonitrilo-butadieno-estireno	Cloruro de polivinilo flexible
Melamina	Acrilonitrilo-butadieno-estireno- transparente	Estireno butadino
Poliestireno cristal	Cloruro de polivinilo rígido	Hule termoplástico olefinico
Poliestireno expandible	Naylon 6	Polietileno de baja densidad
Poliuretano estuma rígida	Naylon 6/6	Poliuretano espuma flexible
Resina epoxi	Polibutilen tereftalato	Poliuretano termoplástico
Resina fenolica	Policarbonato	Silicón
Resina poliéster cristal	Poliestireno medio impacto	
	Poliestireno alto impacto	
	Polietileno alta densidad	
	Polietileno ultra alto peso molecular	
	Polipropileno	
	Resina poliéster con fibra de vidrio	

## Propiedades ópticas

Las propiedades ópticas determinan el grado de luz que puede dejar pasar un cuerpo a través de él. Existen instrumentos especiales que cuantifican exactamente estas propiedades, sin embargo para fines del método empírico, los plásticos se clasifican por sus propiedades ópticas determinadas por el ojo humano (ver tala 6).

## Plásticos transparentes

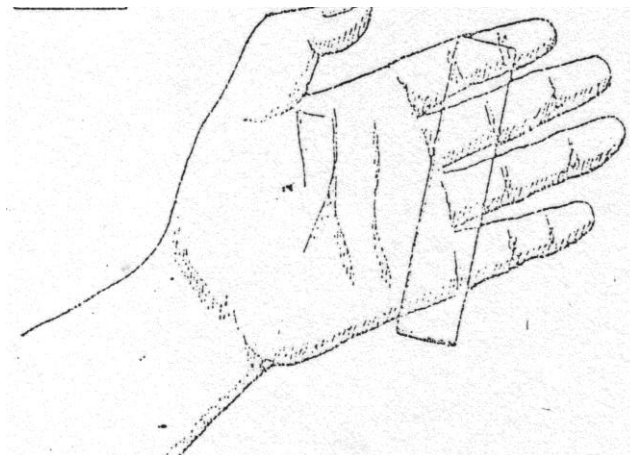
### Plásticos translucidos

### Plásticos opacos

## Plásticos transparentes

Se trata de materiales que permiten ver los objetos a través de ellos.

Los plásticos transparentes permiten una estructura química amorfa lo cual significa que no tienen un arreglo molecular y esto a su vez le imparte propiedades de rigidez (ver figura 29).



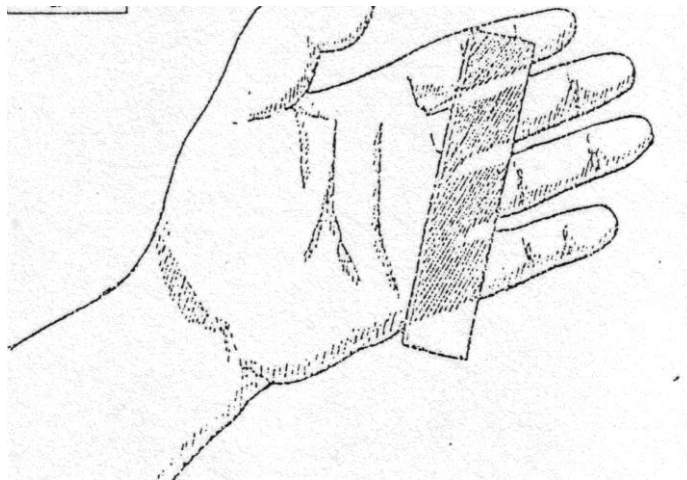
**Figura 29** Figura 30. Plásticos transparente..

## Plásticos translúcidos

Permiten el paso de una pequeña cantidad de luz lo que da como resultado que se aprecien solamente sombras cuando se mira a través de ellos, aunque las películas de estos materiales suelen verse transparentes y por eso deben doblarse varias veces para observarlas.

Los plásticos translúcidos presentan una estructura molecular parcialmente cristalina, esto significa que sus cadenas moleculares se encuentran arregladas de tal forma, que obstruyen en cierto grado el paso de la luz.

Este ordenamiento molecular imparte buenas propiedades de resistencias químicas, térmicas y mecánicas además esta se incrementa a medida que la cristalinidad aumenta. A pesar de su elevado nivel de cristalinidad, estos materiales cuando no se encuentran modificados con cargas o pigmentos altamente opacantes, son translúcidos (ver figura 30).



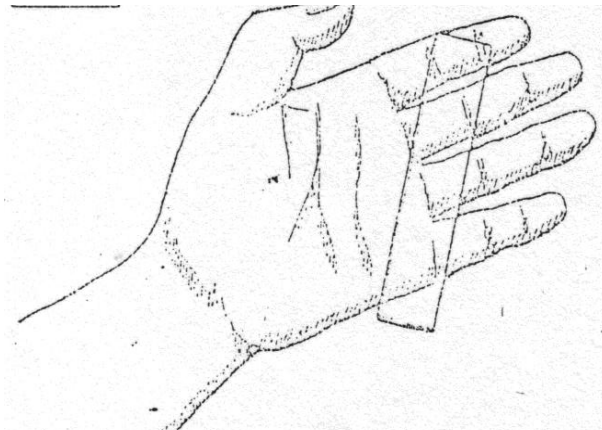
I

**Figura 30** Figura 31. Plásticos translúcidos.

## Plásticos Opacos

Se distinguen por que no es posible apreciar la luz a través de ellos. Suelen ser de estructura molecular cristalina o con distribución de fases muy homogéneas.

En realidad no existe un plástico completamente opaco. La opacidad total se debe a aditivos como cargas o pigmentos (**ver figura 31**).



**Figura 31** Figura 32. Plásticos opacos.

**Tabla 6. Propiedades ópticas.**

TRANSPARENTES	TRANSLUCIDOS	OPACOS
Acrílico	Acetal	Acrilonitrilo-butadieno-estireno
Acrilonitrilo, butadieno, estireno transparente	Etileno y acetato de vinilo	Hule termoplásticos olefinico
Cloruro de polivinilo flexible	Naylon 6	Melamina
Cloruro de polivinilo rígido	Naylon 6/6	Polibutilen tereftalato
Estireno acrilonitrilo	Poliestireno medio impacto	Poliestireno de alto impacto
Estireno butadieno	Poliestireno alta densidad	Poliestireno expandible
Policarbonato	Polietileno baja densidad	Poliuretano espuma flexible
Poliestireno de cristal	Polietileno ultra alto peso molecular	Poliuretano espuma rígida
Resina Epoxi	Polipropileno	Resina fenolica
Resina de poliéster cristal	Poliuretano termoplástico	Silicón
	Resina poliéster con fibra de vidrio	

## Densidad

La densidad de un cuerpo es la relación que existe entre el peso y el volumen que ocupa. Generalmente se expresa en g/L de  $d = \frac{m}{V}$  y 8).

Tabla 7. Densidad

DENSIDAD	MATERIAL
0.8	Caucho de silicona
0.83	Polimetilpentano
0.85-0.92	Polipropileno
0.89-0.93	Polietileno de alta densidad
0.91-0.92	Polibuteno-I
0.91-0.93	Poliisobutileno
0.92-1.0	Caucho natural
0.94-0.98	Polietileno de baja densidad
1.01-1.04	Nailon 12
1.03-1.05	Nailon 11
1.04-1.06	Copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)
1.04-1.08	Poliestireno
1.05-1.07	Polioxido de fenileno
1.06-1.1	Copolimero de estileno-acrilonitrilo
1.07-1.09	Nailon 610
1.12-1.15	Nailon 6
1.13-1.16	Nailon 66

En el caso de los plásticos es conveniente distinguir entre la densidad propiamente dicha y la densidad aparente.

Densidad aparente: Se basa en el volumen de un compuesto en forma de polvo, gránulos o pellets a granel.

Debido a que los plásticos presentan diferentes grados de densidad entre si, es posible formar cinco grupos (ver tabla 7), lo cual proporciona información para la identificación de plásticos y además para la separación de mezcla.

Para la realización de dicha prueba se recomienda usar un vaso de 200 milímetros, el cual deberá llenarse de agua natural y que será donde se coloque primeramente la muestra para verificar que flota o no flota (ver figura 32).



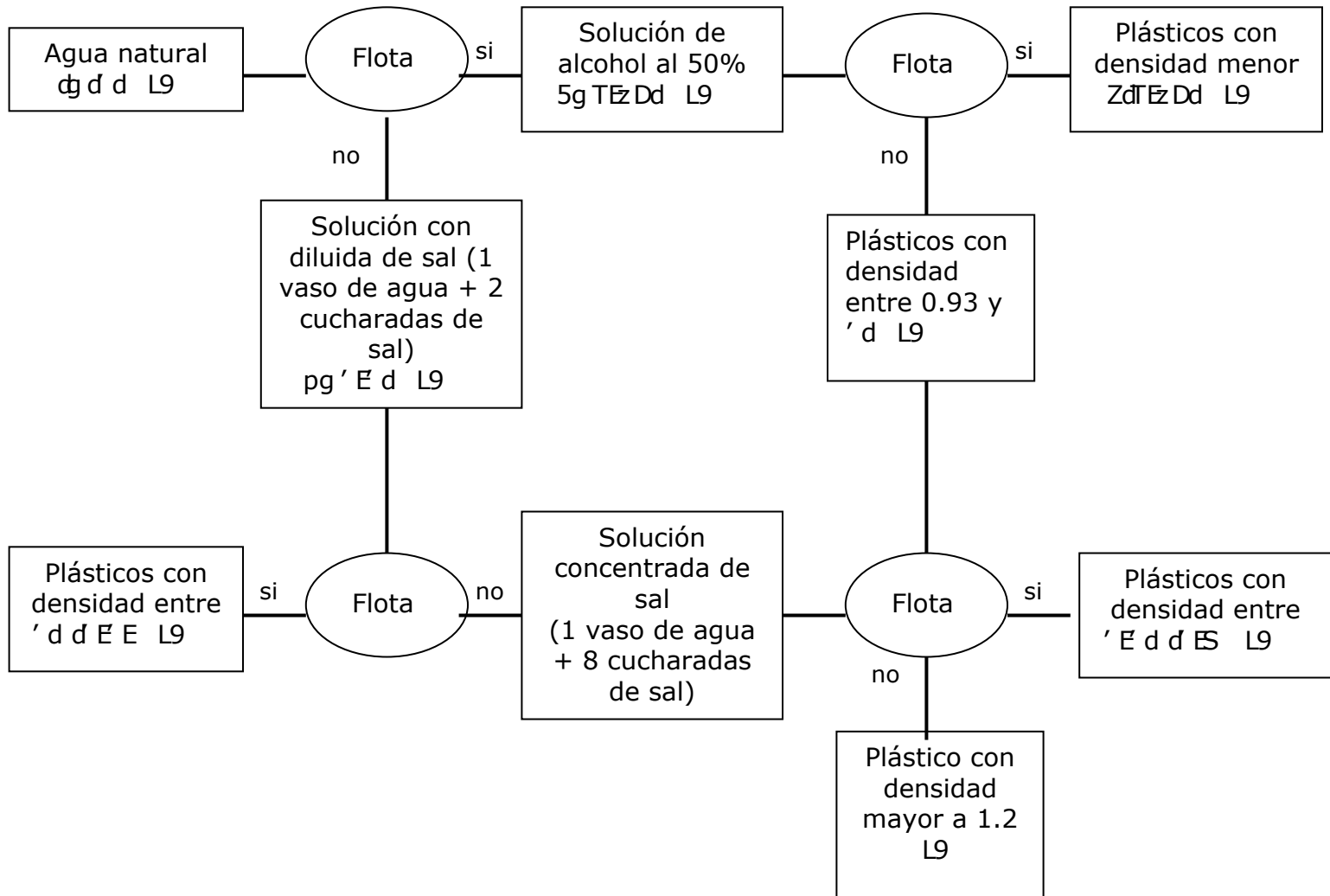


Figura 32. Diagrama secuencial para selección por densidad de los plásticos.

### Flotan en solución diluida de sal

Si la muestra no flota en el agua, se procederá a probar en una solución diluida de sal, la cual se prepara agregando dos cucharadas de sal al vaso de agua y si flota en esta, la muestra tendrá una densidad entre un rango de 1 a 1.1gr/cm<sup>3</sup> (ver figura 34).

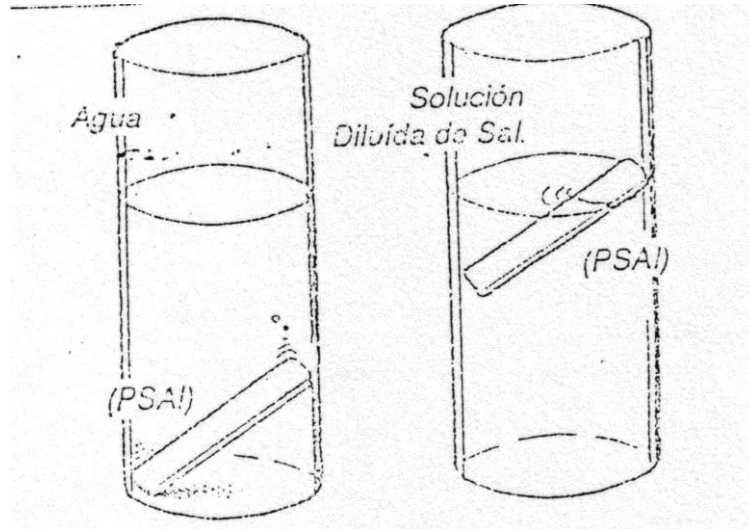
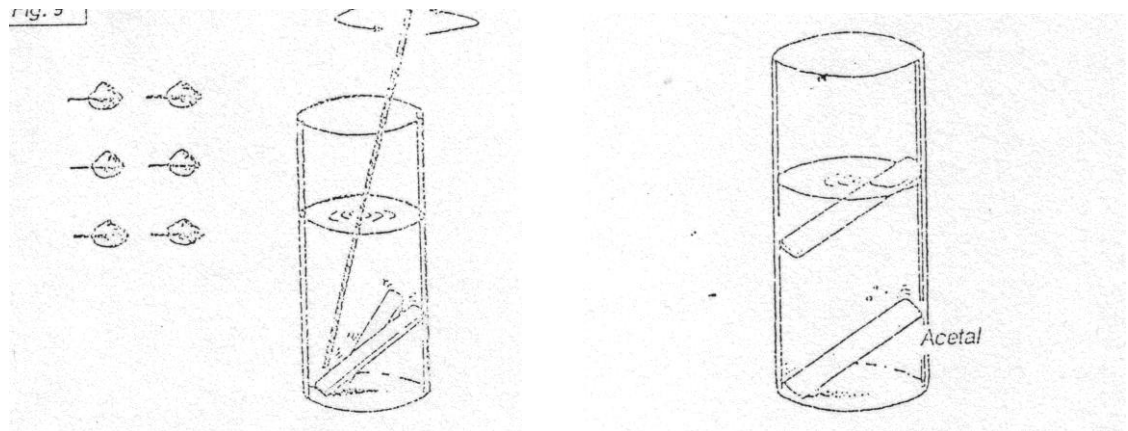


Figura 34 . Figura 34. Flotan en solución diluida de sal.

### Flotan en solución concentrada de sal

Cuando la muestra problema no flota en solución diluida de sal se agregan 6 cucharadas mas de sal al mismo vaso, agitando hasta que se disuelva. De esta muestra que flote en esta solución, estará entre un rango de 1.1g/cm<sup>3</sup> a 1.2g/cm<sup>3</sup> densidad (ver figura 35).



**Figura 35** Figura 35. Flota en solución concentrada de sal.

No flota en ninguna solución

La muestra no flota en la solución concentrada de sal, significa que su  $\rho_{muestra} > \rho_{solución}$

Tabla 8. Densidades en soluciones.

FLOTAN EN AGUA	FLOTAN EN SOLUCION DILUIDA DE SAL	NO FLOTAN
Etileno y acetato de vinilo	Acrilonitrilo-butadieno-estireno	Acetal
Hule termoplástico olefinico	Acrilonitrilo-butadieno-estireno-transparente	Cloruro de polivinilo rígido
Poliestireno expansible	Estireno-acrilonitrilo	Melamina
Polietileno de alta densidad	Poliestireno cristal	Polibutilen tereftalato
Polietileno de baja densidad	Poliestireno medio impacto	Poliuretano termoplásticos
Polietileno ultra alto peso molecular	Poliestireno alto impacto	Resinas epoxi
Polipropileno		Resinas fenolicas
Poliuretano espumado flexible		Resinas poliéster cristal
Poliuretano espuma rígida	FLOTAN EN SOLUCION CONCENTRADA DE SAL	Resinas poliéster con fibra de vidrio
	Acrílico	Silicón
NO FLOTAN EN SOLUCIONES AL 50% DE AGUA Y ALCOHOL	Acrílico de polivinilo flexible	
Etileno y acetato de vinilo	Nylon 6	
Hule termoplástico olefinico	Nylon6/6	
Polietileno alta densidad	Policarbonato	

## Comportamiento a la llama

Los polímeros son compuestos orgánicos de carbono e hidrogeno y algunas veces contienen también otros elementos como nitrógeno, cloro, silicio, fluor y toros. Todos ellos en mayor y menos medida son fácilmente combustibles.

La combustión es un proceso químico el cual tiene un lugar cuando un material por medio de la acción calorífica reacción con el oxigeno del aire para producir bióxido de carbono, agua y energía.

La combustión de los plásticos se inicia por el calentamiento del plástico arriba de su punto de descomposición a través de una llama. El dióxido de carbono y agua que se producen en el momento de la combustión y que estos ya no son comburentes, se forman gases combustibles como hidrocarburos, hidrogeno y monóxido de carbono.

La composición de los diferentes plásticos, su estructura, su densidad y la geometría del proceso terminado tienen influencia en la flamabilidad del plástico, así como la propagación de la flama se debe a la cantidad de oxigeno presente y del tipo de vapores desprendidos.

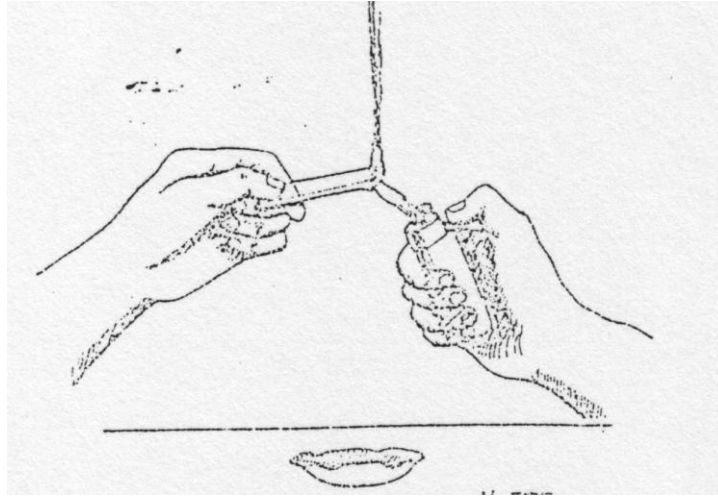
Cada plástico se comporta de manera particular cuando se somete a la llama, lo cual nos proporciona información importante acerca del tipo de plásticos que se estudie.

## Combustibilidad

Esta prueba sirve para clasificar a los plásticos de acuerdo a la factibilidad o dificultad que representen para incendiarse cuando se someten a una flama de características mencionadas (ver tabla 9).

Fácil de incendiar

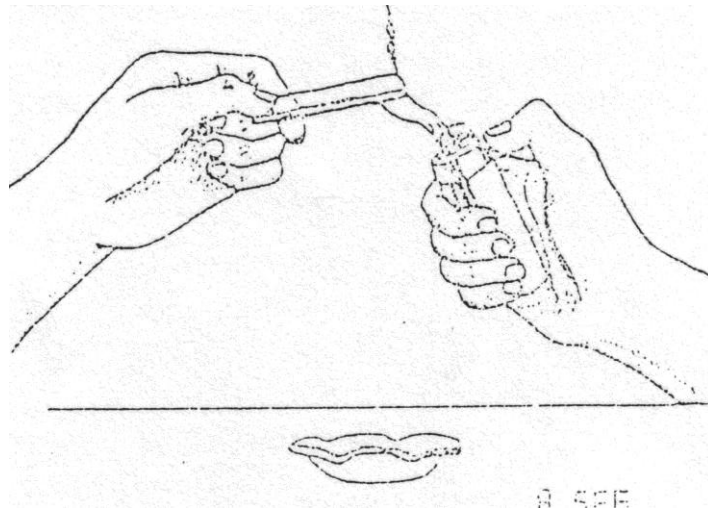
Tardan menos de 7 segundos en generar llamas (ver figura 36).



**Figura 36** Figura 36. Plástico fácil de incendiar.

Difícil de incendiar

Después de 8 segundos se origina la llama. Esta característica se debe principalmente a que son plásticos que tienen una estructura química muy fuerte la cual requiere más energía para romperse e iniciar la combustión (ver figura 37).



**Figura 37** Figura 37. Plástico difícil de incendiar.

Tabla 9. Combustibilidad de los plásticos

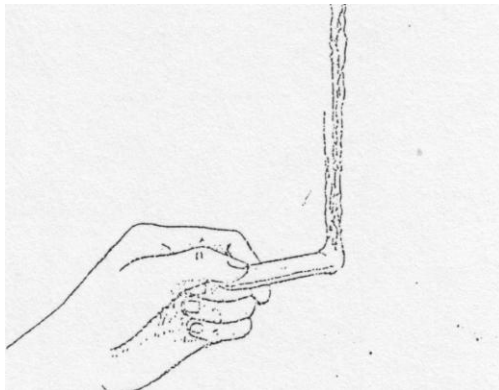
DIFICIL DE INCENDIAR	FACILES DE INCENDIAR
Melamina	Acetal
Naylon 6	Etileno y acetato de vinilo
Naylon 6/6	Acrílico
Policarbonato	Acrilonitrilo-butadieno-estireno
Polietileno	Acrilonitrilo-butadieno-estireno-transparente
Polietileno ultra alto peso molecular	Cloruro de polivinilo flexible
Resina epoxi	Cloruro de polivinilo rígido
Resina fenolica	Estileno-acrilonitrilo
Silicón	Estileno butadieno
	Hule termoplástico olefinico
	Polibutilen tereftalato
	Poliestireno cristal
	Poliestireno medio impacto
	Poliestireno alto impacto
	Poliestileno expansible
	Poliestireno alta densidad
	Poliestireno baja densidad
	Polipropileno
	Poliuretano espuma expandible
	Polietileno alta densidad
	Polietileno baja densidad
	Polipropileno
	Poliuretano espuma flexible
	Poliuretano espuma rígida
	Resina poliéster con fibra de vidria

## Duración de la llama

Sin importar que los plásticos sean fáciles y difíciles de incendiar, estos pueden tener la característica de que la llama se propague o el no (ver tabla 10).

### Plásticos que continúan ardiendo

Esta característica se observa cuando una vez que se logre incendiar la muestra, esta se mantiene hasta que se apague soplando o presionándola (ver figura 38).

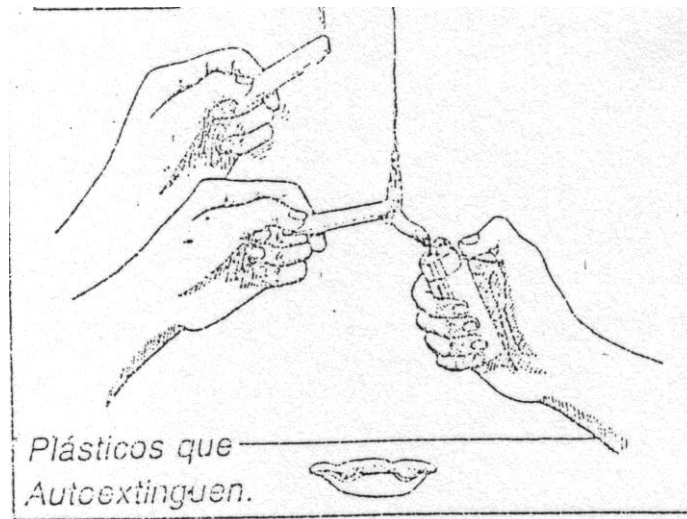


**Figura 38** Figura 38. Plásticos que continúan ardiendo.

### Los polímeros que autoextinguen

Los plásticos que autoextinguen son los que se apagan al instante después de retirar la llama del encendedor.

Esto se da por la liberación ciertos gases durante la combustión que consumen el oxígeno del aire. La presencia de retardantes a la flama puede hacer autoextinguibles a los polímeros que en forma natural no los son (ver figura 39).



**Figura 39** Figura 39. Plásticos que auto extinguen

Tabla 10. Duración de la llama

CONTINUAN ARDIENDO	AUTO-EXTINGUEN
Acetal	Poliestireno alto impacto
Estileno y acetato de vinilo	Poliestireno expandible
Acrílico	Poliestireno alta densidad
Acrilonitrilo-butadieno-estireno	Poliestireno baja densidad
Acrilonitrilo-butadieno-estireno-transparente	Poliestileno ultra alta peso molecular
Estireno-acrilonitrilo	Polipropileno
Estireno-butadieno	Poliuretano espuma flexible
Hule termoplástico olefinico	Poliuretano espuma rígida
Polibutilen tereftalato	Poliuretano termoplástico
Poliestireno cristal	Resina poliéster cristal
Poliestireno medio impacto	Resina poliéster con fibra de vidrio
	Cloruro de polivinilo flexible
	Cloruro de polivinilo rígido
	Melamina
	Nylon 6
	Naylon 6/6
	Policarbonato

	Resina epoxi
	Resina fenolica
	Silicón

### Color de la llama

La mayoría de los plásticos generan llama amarilla, sin embargo pueden distinguirse en diferentes tonalidades como pueden ser rojizas, brillantes, verdes, tenues, etc (ver tabla 10).

#### Plásticos de llama amarilla

La mayoría de los plásticos generan llama amarilla. Sin embargo pueden definir diferentes tonalidades como puede ser rojiza brillante, verde tenues, etc. Por ello es importante observar toda la flama, y después su base a la punta.

#### Plásticos de llama azul

Un reducido grupo de materiales plásticos presentan flama de color azul.

Tabla 11. Color de la llama

LLAMA AMARILLA	LLAMA AZUL
Acrílico	Acetal
Acrilonitrilo-butadieno-estireno	Estileno y acetato de vinilo
Acrilonitrilo-butadieno-estireno-transparente	Nylon 6
Cloruro de polivinilo flexible	Nylon 6/6
Cloruro de polivinilo rígido	Polietileno alta densidad
Estireno-acrilonitrilo	Polietileno baja densidad
Estireno-butadieno	Polietileno ultra alto peso molecular
Hule termoplástico olefinico	Polipropileno
Melamina	
Polibutilen tereftalato	
Policarbonato	
Poliestireno cristal	
Poliestireno medio impacto	
Poliestireno alto impacto	
Poliestireno expandible	
Poliuretano espuma expandible	
Poliuretano espuma flexible	
Poliuretano espuma rígida	
Poliuretano termoplástico	
Resina epoxi	
Resina Fenolica	
Resina poliéster cristal	
Resina poliéster con fibra de vidrio	
Silicón	

#### Alteración de la muestra

Los plásticos se clasifican en dos grupos de acuerdo a su comportamiento al calor:

Termoplásticos

Termofijos

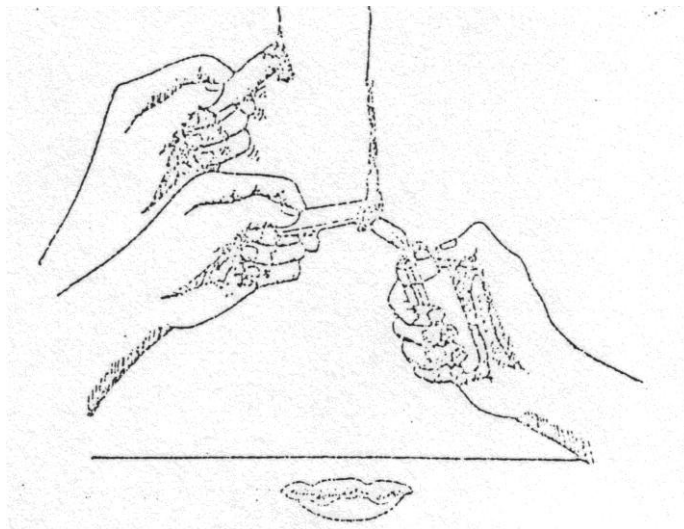
Los plásticos que se ablandan por acción del calor hasta llegar a fundirse son los termoplásticos. Al enfriarse estos solidifican nuevamente. Este proceso puede repetirse varias veces siempre y cuando el calor no sea excesivo y pueda provocar la degradación total de las moléculas.

Por el contrario, los plásticos termofijos se desean a partir de sistema de dos componentes y por la acción del calor formando estructuras altamente consistentes las cuales una vez enfriadas no es posible fundirse por calor. Si se aplica calor en exceso estos materiales carbonizan.

De acuerdo a este comportamiento de los plásticos, se forman tres grupos que contribuyen a la identificación de una muestra desconocida (ver tabla 11).

#### Plásticos que funden

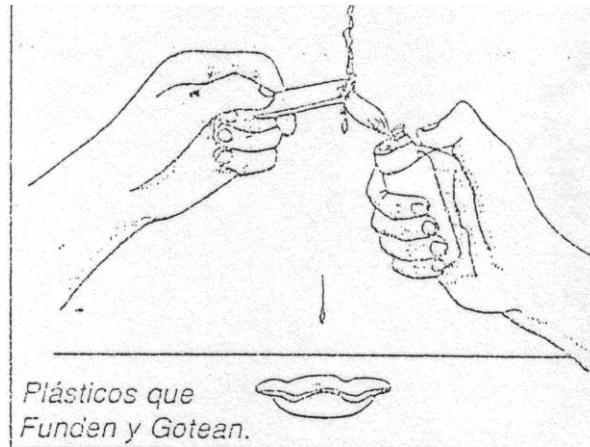
Estos plásticos pertenecen al grupo de los termoplásticos ya que por la acción del calor se reblandecen. Para apreciar claramente este efecto se coloca la muestra sobre la llama y se deja que el plástico arda por solo 5 segundos. Se apaga y se deja enfriar. Durante el tiempo que la muestra permanece encendida solo se aprecia el reblandecimiento del material y una vez enfriando conserva la deformación que le dio la fusión. Este comportamiento se debe a que estos plásticos en esta fundido tienen una alta viscosidad (ver figura 40).



**Figura 40** Figura 40. Plásticos que funden.

#### Plásticos que funden y gotean

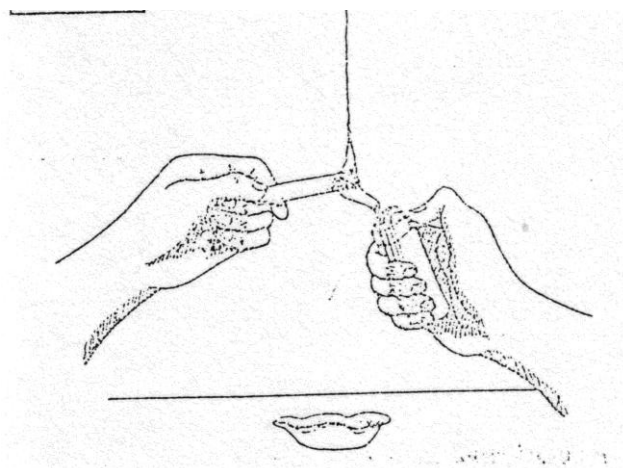
También se trata de materiales termoplásticos, solo que estos presenta la peculiaridad de gotear debido a su alta fluidez en estado fundido (ver figura 41).



**Figura 41** Figura 41. Plásticos que funden y gotean.

Plásticos que carbonizan

Estos materiales permanecen al grupo de los termofijos debido a que no muestran ningún ablandamiento ni fusión cuando se someten al ensaye a la llama. Algunos pueden degradarse hasta carbonizarse dejando cenizas como residuos (ver figura 42).



**Figura 42** Figura 42. Plásticos que carbonizan..

Tabla 12. Aleación de la muestra.

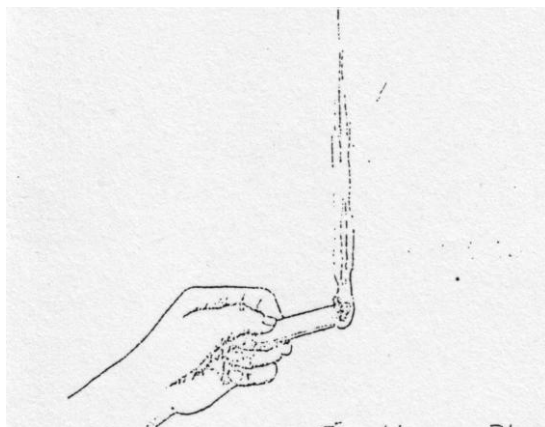
FUNDEN	FUNDEN Y GOTEAN	CARBONAZAN
Acrilonitrilo-butadieno-estireno	Acetal	Melamina
Acrilonitrilo-butadieno-estireno-transparente	Estireno y acetato de vinilo	Poliuretano espuma flexible
Cloruro de polivinilo flexible	Acrílico	Poliuretano espuma rígida
Cloruro de polivinilo rígido	Hule termoplástico olefinico	Resina epoxi
Estireno-acrilonitrilo	Nylon 6	Resina fenolica
Estireno butadieno	Nylos 6/6	Resina poliéster cristal
Policarbonato	Polibutilen tereftalato	Resina poliéster con fibra de vidrio
Poliestireno cristal	Poliestireno expandible	Silicón
Poliestireno medio impacto	Polietileno alta densidad	
Poliestireno alto impacto	Polietileno baja densidad	
	Polietileno ultra peso molecular	
	Polipropileno	
	Poliuretano termoplástico	

#### Color de los humos

El tipo y el color de humo que se desprende durante la combustión de los plásticos, también proporcionan información que ayuda a la caracterización de la muestra (ver tabla 11).

#### Humos blancos

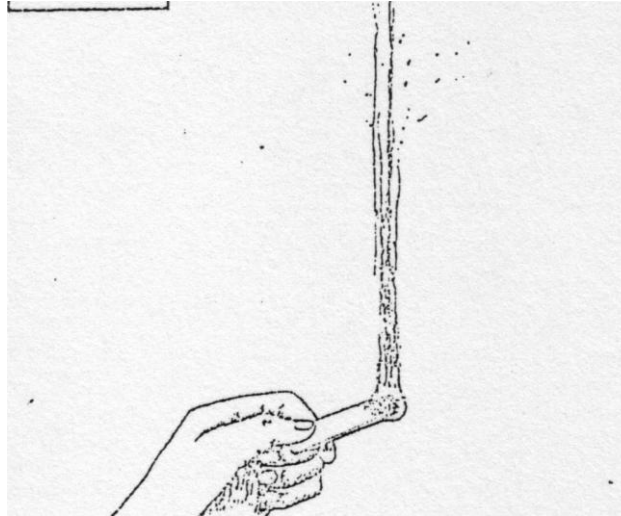
Presentan enlaces simples sin presencia del compuesto aromático. Se trata de humos ligeros sin particular visibles en suspensión (ver figura 43).



**Figura 43** Figura 43. Humos blancos.

Humos negros

Presencia de partes aromáticas como el benceno que durante la combustión se descompone fácilmente convirtiéndose en hollín (ver figura 44).



**Figura 44** Figura 44. Humos negros.

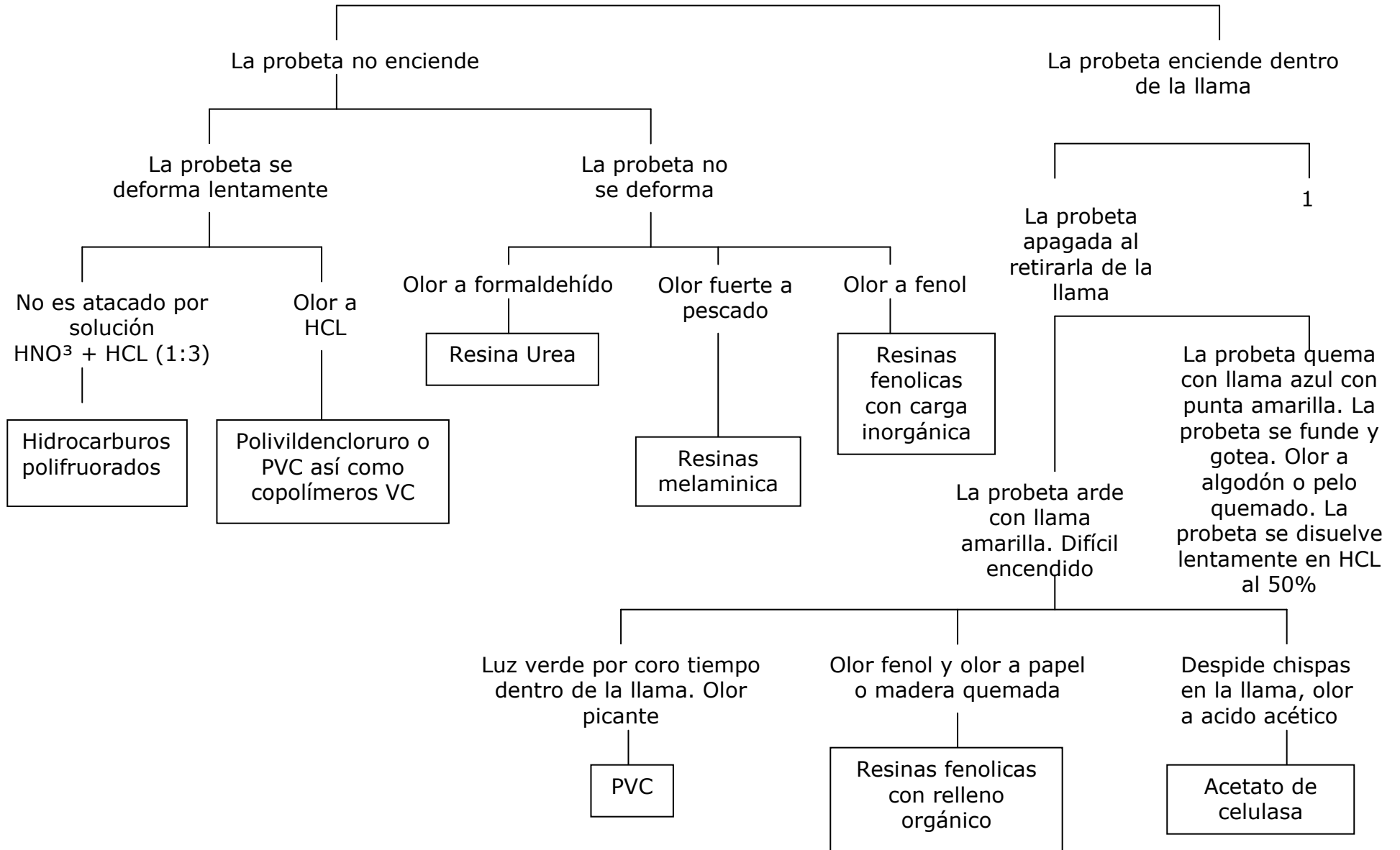
Tabla 13. Color de los humos

HUMOS BLANCOS	HUMOS NEGROS CON DESPRENDIMIENTO DE HOLLIN
Acetal	Acrilonitrilo-butadieno-estireno
Etileno y acetato de vinilo	Acrilonitrilo-butadieno-estireno-transparente
Acrílico	Cloruro de polivinilo flexible
Melamina	Cloruro de polivinilo rígido
Nylon 6	Estireno-acrilonitrilo
Nylon 6/6	Estireno butadieno
Poliétileno alta densidad	Hule termoplástico olefinico
Poliétileno baja densidad	Polibutilen tereftalato
Poliétileno ultra peso molecular	Policarbonato
Polipropileno	Poliestireno cristal
Poliuretano espuma flexible	Poliestireno medio impacto
Silicón	Poliestireno medio impacto
	Poliestireno alto impacto
	Poliestireno expandible
	Poliuretano espuma rígida
	Resina epoxi

Resina fenolica
Resina poliéster cristal
Resina poliéster con fibra de vidrio

## Sostener la probeta en el contorno de la llama

(si la muestra no arde inicialmente mantener la muestra en el interior de la llama durante de 10 s)



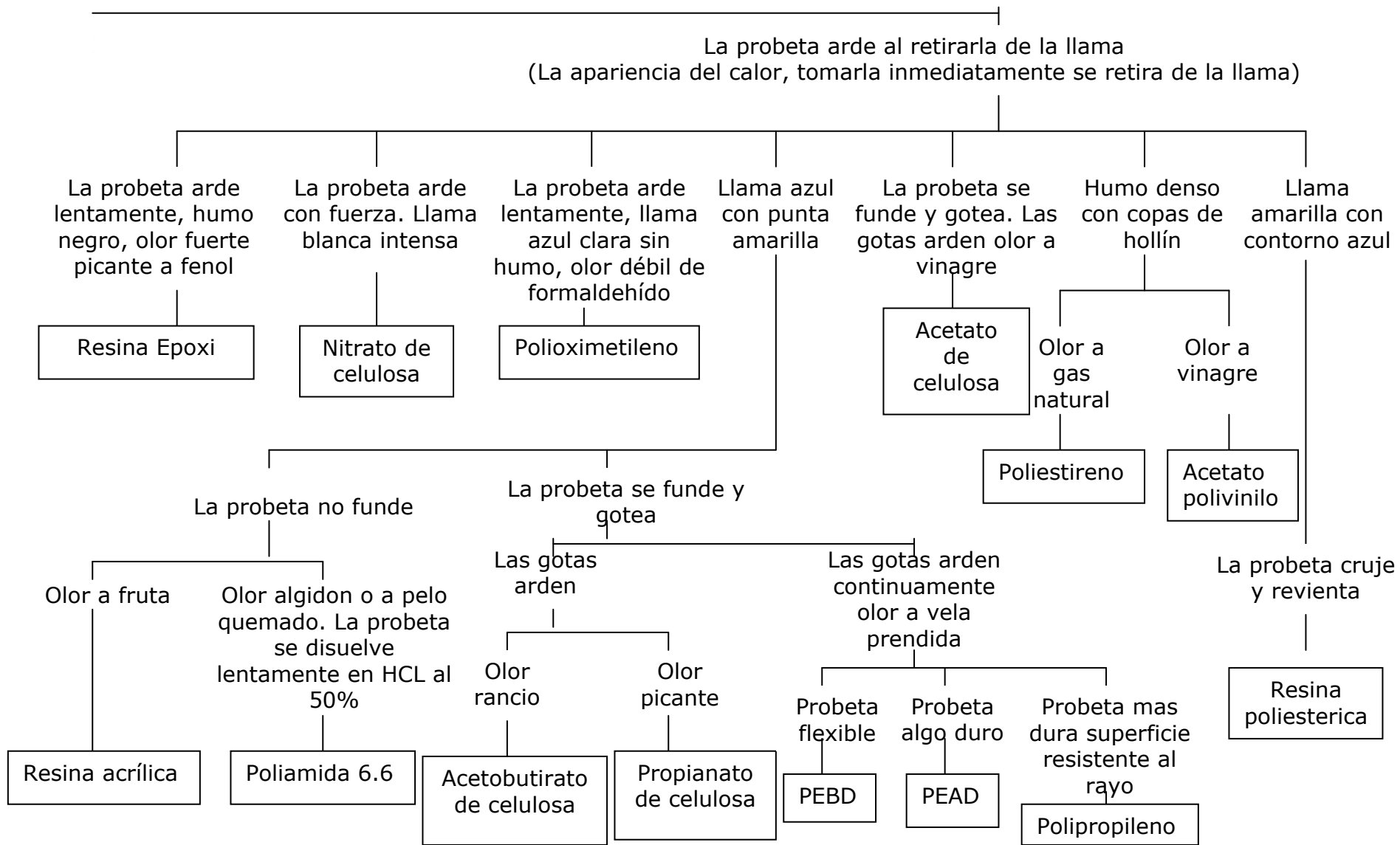


Figura 45. Comportamiento de la llama

## Pirolisis

La pirolisis es la descomposición térmica de un material en ausencia de oxígeno, o sea sin exposición directa de la llama. En esta descomposición se genera vapores que pueden ser de carácter ácido, básico o neutro, el cual se observa en la coloración que tome el papel indicador de pH que se coloca en el tubo de salida de los vapores (ver tabla 14).

Tabla 14. Ensayo de papel de pH en vapores de los plásticos

ROJO	SIN VARIACIONES	AZUL
	PAPEL pH	
0.5 4.0	5.0 5.5 (NEUTRO)	8.0 9.5
Polímeros que contienen halógeno	Poliiolefinas	Poliamidas
Poliésteres vinílicos	Polialcohol vinílico	Polímeros ABS
Esteres de celulosa	Polivinileteres	Resinas fenolicas y cresol
Poliétilentereftalato	Polímeros de estireno	Aminorresinas
Novolacas	Polimetracrilatos	
Elastómeros de poliuretanos	Polioxido de metileno	
Resina de poliésteres insaturados	Policarbonatos	
Polímeros que contienen fluor	Poliuretano lineales	
Fibras vulcanizadas	Siliconas	
Polisulfuros	Resinas fenolicas	
	Resinas epoxi	
	Poliuretanos	