

**DESARROLLO DE UN MODELO FUNCIONAL QUE PERMITA ORGANIZAR
BOTELLAS AL INTERIOR DEL REFRIGERADOR UTILIZANDO PLÁSTICO
RECICLADO DE LAS CARCASAS DE COMPUTADOR**

JUAN CARLOS MEJÍA POSADA

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2010**

**DESARROLLO DE UN MODELO FUNCIONAL QUE PERMITA ORGANIZAR
BOTELLAS AL INTERIOR DEL REFRIGERADOR UTILIZANDO PLÁSTICO
RECICLADO DE LAS CARCASAS DE COMPUTADOR**

JUAN CARLOS MEJIA POSADA

**Trabajo de grado presentado para optar al título de
Ingeniero de Diseño de Producto**

**Asesor: Jorge Adrian Bustamante
Ingeniero Mecánico con especialización en Polímeros**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2010**

Nota de aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 30 de abril de 2010

Este es un trabajo que está dedicado al medio ambiente y a los esfuerzos para recuperar y prolongar su existencia. Si todos los seres humanos contribuyéramos de alguna manera para remediar las diferentes problemáticas existentes alrededor de los desperdicios, este planeta sería mejor.

Juan Carlos Mejía Posada

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad EAFIT, al programa de Ingeniería de Diseño de Productos y todos los docentes que tuve a través de la carrera, los cuales han ampliado mis conocimientos y mis capacidades cognitivas. A los diferentes laboratorios y cada uno de sus encargados los cuales me prestaron todos sus servicios.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en este camino de altos y bajos, decisiones erradas y acertadas y, sobre todo, por no retroceder.

A mi asesor del proyecto Jorge Adrian Bustamante, por apoyarme en los momentos difíciles y por brindar sus opiniones y conocimientos con pasión.

A Santiago Paris, por ayudarme durante todo el proceso de investigación y desarrollo, no solo con sus conocimientos, sino también con el taller de plásticos el cual siempre tenía las puertas abiertas para los estudiantes.

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO | 17 |
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 17 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN..... | 23 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 25 |
| 1.3.1 General..... | 25 |
| 1.3.2 Específicos..... | 25 |
| 1.4 ALCANCE..... | 26 |
| 1.5 RECURSOS REQUERIDOS | 26 |
| 1.6 METODOLOGÍA | 28 |
| 2. INVESTIGACION PREVIA | 32 |
| 2.1 PLÁSTICO | 33 |
| 2.1.1 Introducción..... | 33 |
| 2.1.2 Clasificación | 35 |
| 2.1.3 Propiedades generales..... | 37 |
| 2.1.4 Propiedades mecánicas | 38 |
| 2.1.5 Propiedades físicas | 40 |
| 2.1.6 Aditivos..... | 41 |
| 2.1.7 Plástico objeto de estudio | 43 |
| 2.2 RECICLAJE | 51 |
| 2.2.1 Triturado..... | 52 |
| 2.2.2 Lavado..... | 54 |
| 2.2.3 Secado..... | 54 |
| 2.2.4 Inyección..... | 55 |
| 2.2.5 Conclusiones reciclado..... | 57 |
| 2.3 PROCESO DE CONSECUCCIÓN MATERIA PRIMA..... | 62 |
| 3. PRUEBAS DE LABORATORIO..... | 63 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA TENSIÓN ABS RECICLADO..... | 63 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2 | RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TENSION ABS RECICLADO..... | 65 |
| 3.3 | CARACTERISTICAS DE LA PRUEBA DE TENSION ABS VIRGEN | 67 |
| 3.4 | RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TENSION ABS VIRGEN..... | 68 |
| 3.5 | CONCLUSIONES PRUEBAS DE TENSION | 69 |
| 4. | ESTADO DEL ARTE | 70 |
| 4.1 | ESTADO DEL ARTE BOTELLEROS | 70 |
| 4.1.1 | Conclusiones de los botelleros..... | 74 |
| 4.2 | ESTADO DEL ARTE BOTELLAS | 75 |
| 4.2.1 | Dimensiones generales | 77 |
| 4.2.2 | Conclusiones botellas | 77 |
| 4.3 | ESTADO DEL ARTE REFRIGERADORES | 78 |
| 4.3.1 | Conclusiones de Refrigeradores..... | 80 |
| 5. | BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN..... | 81 |
| 5.1 | ENCUESTAS USUARIOS..... | 81 |
| 5.1.1 | Resultados..... | 81 |
| 5.1.2 | Conclusiones encuestas | 81 |
| 5.2 | ARTICULO PERIODICO | 82 |
| 5.2.1 | Conclusiones artículo..... | 82 |
| 6. | DISEÑO DE UN ORGANIZADOR DE BOTELLAS | 84 |
| 6.1 | BRIEF | 84 |
| 6.2 | ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO (PDS) DEL DISEÑO CONSTRUCTIVO | 85 |
| 6.3 | MOOD BOARDS..... | 88 |
| 6.3.1 | Estilo de Vida | 88 |
| 6.3.2 | Emoción..... | 89 |
| 6.3.3 | Tema Visual..... | 90 |
| 6.4 | ALFABETO VISUAL | 91 |
| 6.4.1 | Referente Formal..... | 91 |
| 6.4.2 | Colores y Texturas | 93 |
| 6.4.3 | Formas del referente formal | 94 |
| 6.4.4 | Exploración formal..... | 95 |
| 6.5 | ALTERNATIVAS INICIALES..... | 96 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 6.5.1 | Propuestas..... | 96 |
| 6.5.2 | Descripción de alternativa | 98 |
| 6.5.3 | Evaluación de alternativas | 99 |
| 6.6 | ALTERNATIVA A DESARROLLAR | 100 |
| 6.6.1 | Evolución de la Alternativa..... | 101 |
| 6.6.2 | Formas de organización..... | 102 |
| 6.6.3 | Análisis de elementos finitos inicial | 104 |
| 6.6.4 | Conclusiones evolución de la alternativa | 105 |
| 6.7 | REFINAMIENTO..... | 106 |
| 6.7.1 | Diseño de detalle | 106 |
| 6.7.2 | Análisis de elementos finitos final..... | 108 |
| 7. | MATERIALIZACIÓN DEL PROTOTIPO..... | 109 |
| 7.1 | PROTOTIPADO RÁPIDO..... | 109 |
| 7.2 | REALIZACIÓN DE MOLDE DE VACIADO..... | 110 |
| 8. | PRUEBAS | 113 |
| 8.1 | PROCEDIMIENTO DETALLADO DE LA PRUEBA DE ENSAMBLE..... | 113 |
| 8.1.1 | Conclusiones Prueba Ensamble | 115 |
| 8.2 | PROCEDIMIENTO DETALLADO DE PRUEBA DE UBICACIÓN EN EL REFRIGERADOR..... | 115 |
| 8.2.1 | Conclusiones Pruebas de Ubicación..... | 117 |
| 9. | CONCLUSIONES..... | 118 |
| | BIBLIOGRAFIA | 120 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Metodología de diseño | 29 |
| Tabla 2. Propiedades mecánicas del ABS | 46 |
| Tabla 3. Propiedades cuantitativas del ABS | 48 |
| Tabla 4. Resultados diagrama Esfuerzo | 50 |
| Tabla 5. Molino para triturar y sus características | 53 |
| Tabla 6. Características de lavado | 54 |
| Tabla 7. Resultados de lavado del material triturado | 55 |
| Tabla 8. Condiciones generales para el proceso de inyección del ABS | 56 |
| Tabla 9. Resultados de lavado del plástico | 58 |
| Tabla 10. Parámetros de inyección | 61 |
| Tabla 11. Características de la Prueba de Tensión ABS Reciclado | 63 |
| Tabla 12. Resultados Prueba de Tensión ABS Reciclado | 66 |
| Tabla 13. Características de la Prueba de Tensión ABS Virgen | 67 |
| Tabla 14. Resultados Prueba de Tensión ABS Virgen | 68 |
| Tabla 15. Estado del Arte Botelleros | 71 |
| Tabla 16. Estado del Arte Botellas | 76 |
| Tabla 17. Dimensiones generales Botellas | 77 |
| Tabla 18. Estado del Arte Refrigeradores | 79 |
| Tabla 19. PDS | 85 |
| Tabla 20. Evaluación de alternativas iniciales | 99 |
| Tabla 21. Proceso de fabricación del molde de vaciado | 110 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Realidad ambiental de las e-waste | 18 |
| Figura 2. Disposición de Refrigeradores en los hogares | 22 |
| Figura 3. Diagrama de flujo de los computadores en Colombia | 23 |
| Figura 4. Artículos en plástico | 34 |
| Figura 5. Clasificación de los materiales poliméricos | 36 |
| Figura 6. Clasificación de los materiales | 38 |
| Figura 7. Propiedades mecánicas a estiramiento | 39 |
| Figura 8. Fenómeno de Fluencia “Creep” | 40 |
| Figura 9. Estructura molecular del ABS | 47 |
| Figura 10. Diagrama Esfuerzo –Deformación del ABS | 49 |
| Figura 11. Molino de molido de plástico | 53 |
| Figura 12. Proceso de triturado | 58 |
| Figura 13. Proceso de lavado | 60 |
| Figura 14. Proceso de secado | 60 |
| Figura 15. Prueba de Tensión ABS Reciclado | 64 |
| Figura 16. Probetas ABS Reciclado | 66 |
| Figura 17. Prueba de Tensión ABS Virgen | 68 |
| Figura 18. Disposición de botellas en el refrigerador | 80 |
| Figura 19. Board Estilo de Vida | 88 |
| Figura 20. Board Emoción | 89 |
| Figura 21. Board Tema Visual | 90 |
| Figura 22. Referente Formal | 92 |
| Figura 23. Colores y texturas | 93 |
| Figura 24. Formas del referente | 94 |
| Figura 25. Exploración Formal | 95 |
| Figura 26. Propuestas | 96 |
| Figura 27. Concepto final | 101 |

| | |
|--|-----|
| Figura 28. Ajuste deslizante triangular | 102 |
| Figura 29. Formas de organización | 103 |
| Figura 30. Esfuerzos vonMises, Análisis inicial | 105 |
| Figura 31. Diseño final de la pieza | 106 |
| Figura 32. Formas de organización | 107 |
| Figura 33. Esfuerzos vonMises, Analisis Final | 108 |
| Figura 34. Construcción de las piezas por prototipado rápido. | 109 |
| Figura 35. Diseño a utilizar en pruebas | 114 |
| Figura 36. Prueba de Ubicación..... | 116 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | Pág. |
|---|------|
| Gráfica 1. Crecimiento en número de computadores personales por habitante | 19 |
| Gráfica 2. Residuos de PCs acumulados de 1998 y proyectados al 2013 | 20 |
| Gráfica 3. Desplazamiento Muestras ABS Reciclado | 67 |

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. CRONOGRAMA.

ANEXO B. BRIEF.

ANEXO C. PDS.

ANEXO D. ENCUESTA.

ANEXO E. ARTICULO PERIODICO.

ANEXO F. DESARROLLO DE ALTERNATIVA.

ANEXO G. INFORME DE ANALISIS DE ELEMENTOS FINITOS.

ANEXO H. PLANOS.

ANEXO I. PARTES DE LA MAQUINA INYECTORA.

ANEXO J. MANUAL DE USUARIO.

ANEXO K. FORMATO DE PRUEBAS DE USUARIO.

ANEXO L. RESULTADOS DE PRUEBAS DE USUARIO.

ANEXO M. FICHA TÉCNICA RESINA.

ANEXO N. CARACTERÍSTICAS DE LOS RETARDANTES DE LLAMA.

ANEXO O. PLANO PROBETA

GLOSARIO

CIM: Centro de Investigación de Mercados

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

ELASTÓMEROS: Los elastómeros son aquellos polímeros que muestran un comportamiento elástico. El término, que proviene de polímero elástico, es a veces intercambiable con el término goma, que es más adecuado para referirse a vulcanizados.

ENLACES INTERMOLECULARES: Fuerzas que se dan al interior de las moléculas permitiendo que estas se unan.

EWASTE: (Electronic Waste) Basura Electrónica.

MACROMOLÉCULAS: Las macromoléculas son moléculas que tienen una masa molecular elevada, formadas por un gran número de átomos. Generalmente se pueden describir como la repetición de una o unas pocas unidades mínimas o monómeros; formando los polímeros.

MATERIALES AMORFOS: Son amorfos los plásticos en los que las moléculas no presentan ningún tipo de orden; están dispuestas aleatoriamente sin corresponder a ningún orden.

MATERIALES PLÁSTICOS RETICULADOS: Los polímeros están compuestos por unidades tri-funcionales que se denominan polímeros reticulados.

MATERIALES SEMICRISTALINOS: Los polímeros semicristalinos tienen zonas con cierto tipo de orden, junto con zonas amorfas. En este caso al tener un orden existen menos huecos entre cadenas por lo que no pasa la luz a no ser que posean un espesor pequeño.

PIRO-RETARDANTES: Compuestos aditivos a los plásticos, los retardan la llama en caso de combustión.

TERMOPLÁSTICO: Un termoplástico es un plástico que, a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente.

RESUMEN

Este trabajo se encauza en el estudio de un residuo pos consumo y la manera adecuada para reincorporarlo en el ciclo productivo; además en la identificación de una necesidad que debe ser remediada en los hogares y más puntualmente en los refrigeradores, por medio del diseño de un organizador de botellas (utilizando el material pos consumo), el cual permita optimizar y facilitar la vida no solo de las amas de casa sino también de las personas que pretendan utilizar este producto .

INTRODUCCIÓN

La razón de este proyecto se da con la visión de reutilizar las diferentes materias primas encontradas en los desechos electrónicos generados día tras día en Colombia. Aprovechar y reincorporar estos materiales al ciclo productivo nuevamente. A pesar de que se pueden extraer muchos materiales de la basura electrónica, se opta por trabajar el plástico, ya que es utilizado en la mayoría de los aparatos eléctricos y electrónicos, además se encuentra en mayor porcentaje con respecto a los demás y es uno de los desechos más abundantes y con menos posibilidades de recuperación con respecto a los demás. Ya teniendo el material definido y las razones de peso que lo sustentan, se incursiona en la urgencia por satisfacer una necesidad identificada en los hogares. Un organizador de botellas para ubicar dentro del refrigerador, que pueda soportar las botellas más utilizadas por las familias Colombianas y además que posea no solo diseño y estilo, sino que también sea práctico y de fácil uso. Es entonces cuando se pone en práctica años de estudio y sacrificio dedicado a la carrera Ingeniería de Diseño de Productos, la labor realizada por los diferentes profesores para enseñarnos todos sus conocimientos y a todas las personas involucradas en el desarrollo de este proyecto. Este proyecto consta de un proceso de diseño completo, comenzando desde la investigación preliminar hasta la realización de un prototipo parcial que mostrará las diferentes piezas utilizadas y su proceso de fabricación, las diferentes formas de organización estructural y la interacción final con el usuario. Optimización y practicidad son las palabras claves dentro del diseño de este producto. Optimización ya que es un producto que proporcionará nuevos espacios dentro del refrigerador, implementando así soluciones adecuadas para la organización de botellas y evitando que estas se rueden, deslicen o se derramen dentro del refrigerador. Practicidad ya que este producto facilitará el posicionamiento no solo de un tipo de botella sino que brindará el espacio suficiente y formas de organización diferentes para el posicionamiento de otras geometrías y productos.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Durante el siguiente capítulo se realizará una introducción al proyecto en sí, evidenciando datos, estudios y cifras relacionadas con los desechos electrónicos generados en Colombia. Además de la necesidad identificada en hogar y cifras que soportan este mercado objetivo.

Luego se argumentará por qué es válido el proyecto desde el punto de vista del reciclaje y de la introducción de este producto al hogar, luego se expondrán sus objetivos, el alcance que tendrá el trabajo y por último la metodología a utilizar.

1.1 ANTECEDENTES

Preocupación Ambiental: La preocupación por el medio ambiente es hoy en día uno de los temas más importantes no solo en Colombia si no también en todo el mundo. El acelerado crecimiento de la industria de la tecnología de la información ha dado origen a un nuevo problema social y ambiental: El manejo y control de los volúmenes crecientes de aparatos y componentes electrónicos obsoletos, en especial los que provienen de la telecomunicación y los sistemas de informática¹. Las ventas de equipos eléctricos y electrónicos se han disparado en nuestro país en los últimos años, y es solo cuestión de tiempo para que estos aparatos sean descartados por sus usuarios y se conviertan en residuos. Frente a una disposición final inadecuada (relleno sanitario, incineración, procesos de reciclaje informales o artesanales), estos productos obsoletos se convierten en residuos potencialmente peligrosos y de alto impacto al medio ambiente y la salud humana debido a la presencia de algunos compuestos tóxicos en su estructura (metales pesados, plásticos con materiales piroretardantes bromados).

¹ LA FLECHA. E-waste un problema en aumento. Disponible en: <<http://www.laflecha.net/articulos/blackhats/ewaste/>>

Figura 1. Realidad ambiental de las e-waste²



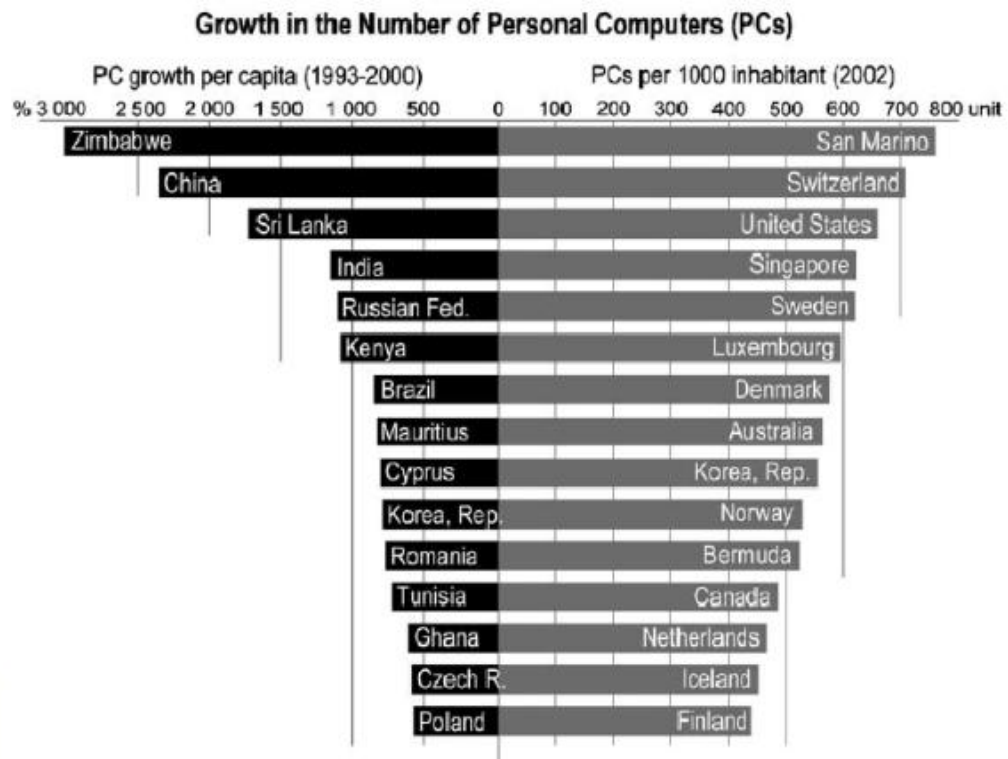
Actualmente no existe suficiente infraestructura para reciclar este tipo de residuos en nuestro país. Además hay pocas empresas formales que se dedican a reciclar e-waste y por el contrario se estima una creciente proliferación de actividades informales de recuperación, bajo sistemas informales que no garantizan la protección del medio ambiente y de los trabajadores frente a la manipulación y exposición a materiales tóxicos. Al no existir una adecuada infraestructura, los residuos generados por empresas de diversos sectores, no tendrían un tratamiento adecuado, lo cual conllevaría a estas empresas a tener responsabilidad sobre estos residuos generados. Por otro lado también influye negativamente con la recuperación de materiales amigables con el medio ambiente, los cuales pueden ser reincorporados en la industria para la fabricación de nuevos productos permitiendo un efectivo desarrollo sostenible.

Como datos alarmantes tenemos que en los últimos años la venta de computadores y celulares se ha disparado, tanto a nivel nacional como

² TRADE 2 SAVE THE PLANET. Exploding the Green Electronics Myth once and for all. Disponible en: <<http://www.trade2save.com/blog/?s=ewaste>>

internacional. Solamente en los años 2005 y 2007, en Colombia se vendieron alrededor de 2 millones de computadores³. Las ventas en el 2006 que hicieron los distribuidores formales fueron aproximadamente 10.700 toneladas, de las cuales se instalaron y registraron aproximadamente 50.000 toneladas, sumando los equipos de hogares, instituciones privadas y públicas. De estas bases instaladas para el 2007 resultaron 6.500 toneladas de residuos de computadores.

Gráfica 1. Crecimiento en número de computadores personales por habitante⁴

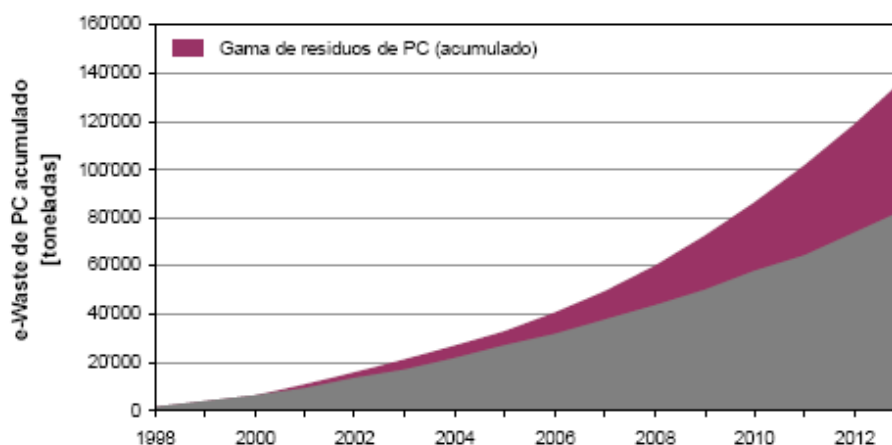


En Colombia el crecimiento es del 350% aproximadamente o sea de 50 a 70 PCs por cada 1.000 habitantes⁵.

³ OTT. Daniel, Empa. Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia. Informe del 31 de Marzo de 2008.

⁴ OTT. Daniel; Empa. Foro sobre experiencias internacionales y nacionales en la gestión y el manejo integral de e-waste. Bogotá 27 de Abril del 2007.

Gráfica 2. Residuos de PCs acumulados de 1998 y proyectados al 2013⁶



Disposición de las botellas. Existe un notable mejoramiento de las condiciones de vivienda en los últimos años, lo cual influye directamente en la compra de productos para el hogar. Según los resultados del Censo 2005, el 36.21% de los hogares del país presentó deficiencias habitacionales; frente al Censo de 1993 con un 53.65%, disminuyendo en un 17.44 puntos⁷.

Los colombianos se están preocupando cada vez más por la comodidad al interior de sus hogares, por lo que se han incrementado las ventas de componentes de sonido, lavadoras, refrigeradores, entre otros electrodomésticos. Según el censo de 2003, el porcentaje de personas que posee refrigeradores aumentó a 67.1% con respecto a 1993 con un 64.7%, lo cual nos confirma la tendencia⁸. Además el

⁵ ALCALDÍA DE MEDELLÍN. Ponencia sobre Modelo de gestión para la recolección y acopio de residuos electrónicos y eléctricos en el municipio de Medellín; Convenio 4600013180 de 2008. Diciembre del 2008.

⁶ OTT, Op. cit., p. 90.

⁷ DANE. Boletín Censo General del 2005. Déficit de vivienda. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/Bol_deficit_vivienda.pdf>

⁸ DANE. Encuesta de calidad de vida 2003. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Presentacion_nov25b_oletin.pdf>

incremento en compra de refrigeradores se incremento en un 9.8% según el censo del 2008.⁹

También se encuentra en Colombia la tendencia del crecimiento de no solo hogares familiares sino también de hogares unipersonales y de parejas. En el censo del 2005 realizado por el Dane se presenta que el 44.2% de las mujeres, mayores de 10 años, viven en pareja. De las cuales el 22% son casadas, el 20.2% llevan más de dos años de convivencia con su pareja y el 1.9% llevan menos de dos años de convivencia¹⁰. Esto se debe a una búsqueda de independencia que se traduce en la adquisición de productos propios acordes a sus necesidades.

En Antioquia, el 48% de los hogares viven en condiciones de propietarios de la vivienda que habitan, además la vivienda es totalmente pagada. Lo cual se traduce en un aumento del 2003 al 2008 en unos 1.1 puntos porcentuales¹¹. Además el tamaño promedio de personas por hogar en el 2008 para Antioquia fue de 3.7, frente a 3.8 personas registradas en el año 2003, lo cual nos confirma la tendencia.

Este tipo de hogares responden a nuevos ritmos de vida, en los que es primordial el ahorro de tiempo y esfuerzo. Además se presenta un incremento en actividades deportivas y sociales, lo que conlleva un aumento en el consumo de líquidos y lugares donde poder refrigerarlos.

Los refrigeradores, que en el 2003 lo poseían tan solo un 76% de los hogares, pasaron a 83.2% de los hogares en el 2008¹².

⁹DANE. Encuesta de calidad de vida 2008. Disponible en:

<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Presentacion_mar18boletin.pdf>

¹⁰DANE. Boletín censo general del 2005. Datos desagregados por sexo. Disponible en:

<http://www.dane.gov.co/files/censo2005/gene_15_03_07.pdf>

¹¹DANE. Boletín de prensa. Encuesta de calidad de vida, región Antioquia 2008. Disponible en:

http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Boletin_ECV_2008_Antioquia.pdf

¹²DANE, Ibid.

Actualmente no existen productos sustitutos que satisfagan la necesidad de almacenar y distribuir botellas al interior del refrigerador en el mercado Colombiano. Además las soluciones actuales como los anaqueles en la contra puerta del refrigerador no satisfacen completamente esta necesidad. En mercado mundial hay varios productos que satisfacen este tipo de necesidad, no son del total agrado para la importación, pues presenta un alto costo, problemas en el tamaño, diseño y estilos, ya que el mercado al cual están desarrollados son totalmente diferentes al nicho de mercado de Colombia.

Figura 2. Disposición de Refrigeradores en los hogares¹³



Se identificaron necesidades básicas en el posicionamiento de las botellas en el refrigerador. Entre estas necesidades encontramos las siguientes:

- El tamaño y forma de las botellas varía.
- El peso de las botellas influye mucho en el posicionamiento de estas.
- No se pueden poner las botellas paradas.
- No hay suficiente espacio para todas las botellas.
- No hay un solo lugar para las botellas.

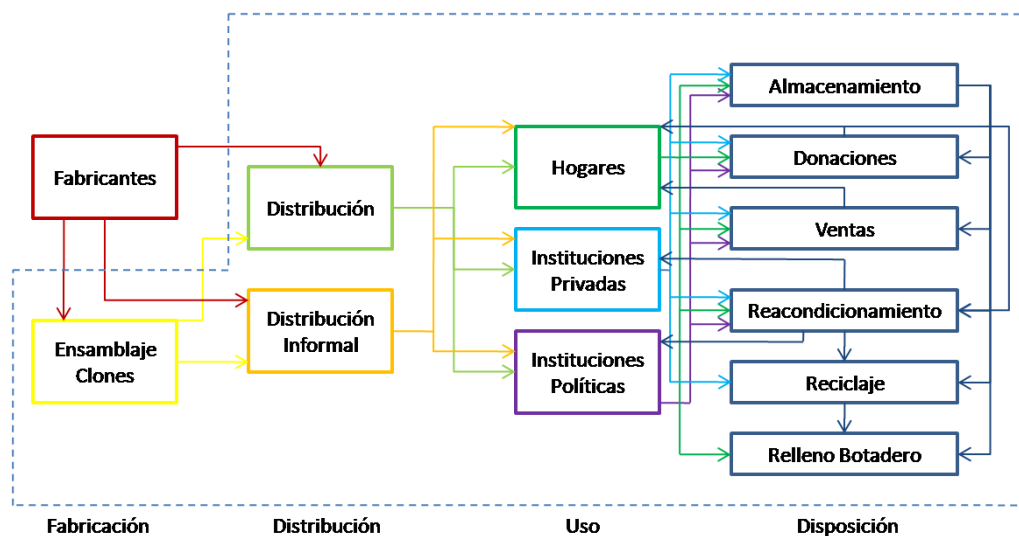
¹³ WE ARE WHAT WE EAT. Disponible en: <<http://www.fridgewatcher.com>>.

- Si las botellas no tienen tapa es mejor sacarle el contenido y ponerlo en una jarra.
- Las botellas se ruedan, se deslizan y se riegan.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La concientización de las empresas sobre el problema ambiental dentro del marco legislativo (ley 1252 del 2008), la informalidad del reciclaje en Colombia y la falta de tecnificación en cuanto a la recuperación de los materiales reciclables son una de las razones de mayor peso por la cual se realizara este trabajo. Además como valor agregado, tenemos la disminución del impacto ambiental por el aprovechamiento de los residuos post industriales y post consumo, generando así una incursión en las tecnologías y procesamiento en cuanto a la recuperación de residuos electrónicos, extensión de la capacidad y la vida útil de los botaderos, incorporación de la materia prima y componentes en buen estado al ciclo productivo.

Figura 3. Diagrama de flujo de los computadores en Colombia¹⁴



¹⁴ OTT, Op. Cit., p. 85

Por otra parte el aumento en el consumo de líquidos genera la necesidad de almacenamiento y distribución de los mismos. Este almacenamiento se genera típicamente al interior del refrigerador, en forma de botella, bolsa o jarra. Sin embargo, no existen o no se evidencian en el mercado productos que faciliten el almacenamiento y distribución de éstas botellas, bolsas o jarras. Especialmente se encuentra una falla en el almacenamiento y distribución de botellas, las cuáles no encuentran un lugar definido en el interior del refrigerador y por esto es común que se rueden, se deslicen, y ocupen más espacio del necesario.

Debido al incremento de hogares y al aumento en las compras de refrigeradores en Colombia, se abre la oportunidad en el mercado para incursionar con un producto novedoso que facilite el almacenamiento y distribución de botellas al interior del refrigerador.

El presente proyecto de grado permite realizar diferentes estudios e investigaciones, ya que la basura electrónica poseen una gran cantidad de materiales, los cuales se deben reciclar de una manera adecuada aprovechando al máximo sus características físicas y mecánicas, optimizándolos para devolverlos al ciclo productivo como materia prima reutilizable y nuevos productos para la industria. Entre la materia prima que podemos encontrar en los residuos electrónicos esta el plástico ABS, con el cual se hacen las carcasas de computadores, celulares, juegos de video, impresoras, etc. Este proyecto nos da la posibilidad de hacer un estudio minucioso acerca de las características de este plástico, sus usos, reciclaje, modos de procesamiento, entre otros.

La terminación del ciclo de vida de los productos ya no es como tal una terminación, si no un nuevo comienzo dentro de la cadena productiva.

Este proyecto de grado busca evidenciar también la problemática actual de nuestro país alrededor de los desechos electrónicos y mostrar cómo estos van

cada vez más en aumento, generando así una problemática mundial que debe ser solucionada lo más pronto posible.

Adicional a esto se pretende devolver una materia prima que ya fue utilizada al ciclo productivo y de uso común, utilizando las diferentes herramientas aprendidas en la carrera Ingeniería de Diseño para lograr un artículo de uso cotidiano que permita realizar una fácil distribución al interior del refrigerador y que a demás de todo posea cierto grado de diseño que le permita al usuario exhibir sus botellas con orgullo en el hogar, en una tienda, licorera, etc.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Diseñar un modelo funcional de organizador de botellas que se pueda usar al interior de los refrigeradores de una o dos puertas de 241 litros en adelante, que permita una fácil distribución y optimización del espacio dentro del refrigerador.

1.3.2 Especificos

- Investigar las características del material a utilizar, su modo de reciclaje, su pos procesamiento, sus cualidades y las diferentes formas posibles de incorporarlo al ciclo productivo.
- Analizar los productos existentes en el mercado para distribución de botellas al interior del refrigerador, mediante investigación en libros, Internet, entrevistas con expertos y visitas a almacenes especializados, con el propósito de definir las especificaciones de diseño PDS (Product Desing Specification).
- Garantizar la resistencia estructural del producto mediante la realización de cálculos de ingeniería.

- Desarrollar un modelo funcional escala 1:1, para realizar una verificación posterior del diseño obtenido.
- Verificar el cumplimiento de las especificaciones de diseño (PDS) a partir de pruebas de usuario sobre el modelo funcional con el fin de definir la viabilidad y usabilidad del producto.

1.4 ALCANCE

- Realización de un documento donde se evidencie:
 - Investigación acerca del plástico en estudio.
 - Memorias de investigación del plástico en estudio.
 - Modelación 3D.
 - Planos de ingeniería.
 - Memorias de Cálculo.
 - Modelo funcional escala 1:1.
 - Manual de pruebas de usuario.
 - Resultados de las pruebas de usuarios.

1.5 RECURSOS REQUERIDOS

Para la realización del proyecto de grado se necesitaran los siguientes recursos:

Recursos humanos:

- Juan Carlos Mejía, estudiante de Ingeniería de diseño de productos de la Universidad EAFIT con énfasis en plásticos.
- Asesoría interna: Jorge Adrian Bustamante. Ingeniero Mecánico, docente de la Universidad EAFIT.

Recursos institucionales:

- Laboratorios de prototipos, modelos y herramientas de la universidad EAFIT que permitan fabricar y transformar los materiales necesarios para la fabricación del modelo funcional.
- Biblioteca Luís Echavarría Universidad EAFIT y demás bibliotecas de la ciudad, donde se encuentre material sobre caracterización de los plásticos, sus usos y procesamiento. Además de material relacionado con las características ergonómicas de los productos y la antropometría de los usuarios en cuestión.
- Talleres de la ciudad que puedan ser requeridos durante el proceso de desarrollo del proyecto, para la producción de piezas o componentes del modelo funcional.
- Para las pruebas de laboratorio del plástico a utilizar se debe contar con la autorización del Ingeniero Roberto Hernández quien da los permisos y cuantifica el uso de los laboratorios en la universidad EAFIT para los proyectos de grado.

| Numero horas de asesoramiento en máquinas | Costo asesoría |
|--|-----------------------|
| 5 | 300.000 |

Otros recursos:

- Computacionales y digitales, hardware: Computador, escáner, cámara digital, Internet, impresora, entre otros. Que permitan acceder y/o registrar información durante el proceso de desarrollo del proyecto de grado.
- Programas computacionales, software: Pro-ENGINEER, SolidWorks, Rhinoceros, CosmosWorks o ANSYS. Necesarios para el desarrollo de diseño de detalle y análisis virtual.

- Programas de simulación de modelos económicos, financieros y riesgos de sensibilidad.
- Visitas empresariales (trabajo de campo).
- Documentos e investigaciones en general.

1.6 METODOLOGÍA

La siguiente metodología de estudio nos guiará durante todo el proceso de investigación hasta la construcción de modelo funcional.

Autores:

ULRICH, Karl y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos, 3ª edición. Mc Graw Hill, 366. En: Cross Nigel, Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos. Limusa Wiley, 2008. 190. Ajuste de la misma a necesidad identificada.

Cronograma (Ver Anexo A).

Tabla 1. Metodología de diseño ¹⁵

| | Investigación | Planeación | Identificación Necesidades | Generación Concepto | Selección Concepto | Pruebas Concepto | Desarrollo Concepto | Construcción Pruebas |
|----------------|---|--|--|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| Etapa 0 | Que son los plásticos. Caracterización del plástico a trabajar: Propiedades. Procesamiento o pos consumo (reciclaje). Pruebas de laboratorio. Proceso de consecución. | | | | | | | |
| Etapa 1 | Sistema organizador de botellas. Estado del arte: Botelleros (exhibidores, anaqueles, estanterías, soportes, etc.). Botellas (dimensiones, características, volumen, etc.). Refrigeradores (dimensiones, características). Soluciones existentes. | Definir: Alcance del proyecto. Recursos necesarios para su desarrollo. Número de actividades a realizar y su duración. | Analizar y filtrar los datos sin procesar. | | | | | |

15 ULRICH, Karl y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos, 3ª edición. Mc Graw Hill, 366. En: Cross Nigel, Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos. Limusa Wiley, 2008. 190. Ajuste de la misma a necesidad identificada.

| | | | | | | | | |
|---------|--|--|--|--|--|---|--|--|
| Etapa 2 | Búsqueda de información: Artículos de revistas. Encuestas a usuarios. Entrevistas con expertos en temas de ergonomía y plásticos. Comportamiento del usuario target. | | Definir las diferentes necesidades identificadas y su importancia. | Analizar la información recogida. Descomponer el problema. Generación de alternativas. Realizar lluvia de ideas. Evaluación de ideas. Mood Board. Selección del referente. | | | | |
| Etapa 3 | | | | | Evaluación del concepto: Pros y contras. Matriz de evaluación. Percepción externa. Generación de alternativas. | | | |
| | | | | | | Definir el objetivo de la prueba. Definir el usuario de la prueba. Diseñar la prueba. Analizar los resultados. | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------|--|--------------|--------------------------------------|---|--------------------------|---|---|
| Etapa 5 | | | | | | | Modelación 3D. Planos. Análisis de elementos finitos FEA. | |
| Etapa 6 | | | | | | | | Construcción del modelo funcional. Diseño y aplicación de las pruebas de usuario. |
| Resultados | Información sin filtrar. | Alcances, cronogramas, recursos y objetivos. | BRIEF y PDS. | Alternativas, referente, Mood Board. | Resultados y conclusiones de la evaluación. | Resultados de la prueba. | Renders, planos, resultados de la prueba. | Modelo funcional, resultados de la prueba. |

2. INVESTIGACION PREVIA

Es necesario, para el buen diseño del presente proyecto, conocer a profundidad las características del material a utilizar, ya que es un material 100% pos consumo y tiene características similares a las que tendría un material virgen sin utilizar previamente, pero con el agravante de que posee residuos secundarios adquiridos durante su uso.

Es imperativo entonces conocer las características del plástico a utilizar, propiedades físicas, propiedades mecánicas, como se comporta a altas y bajas temperaturas, no solo en su procesamiento si no también en el momento de ser ya un producto y además saber con certeza qué tipo de aditivos posee. Conjuntamente se llevaran a cabo pruebas de laboratorio las cuales nos arrojarán resultados más puntuales en cuanto a este plástico pos consumo y sus características.

Luego se llevará a cabo una investigación sobre los productos existentes en cuanto a organizadores de botellas en general, con el ánimo de saber aun mas acerca de su geometría y optimización del espacio, tipos de botellas encontradas en el mercado Colombiano, dimensiones generales de los refrigeradores de una y dos puertas, etc.

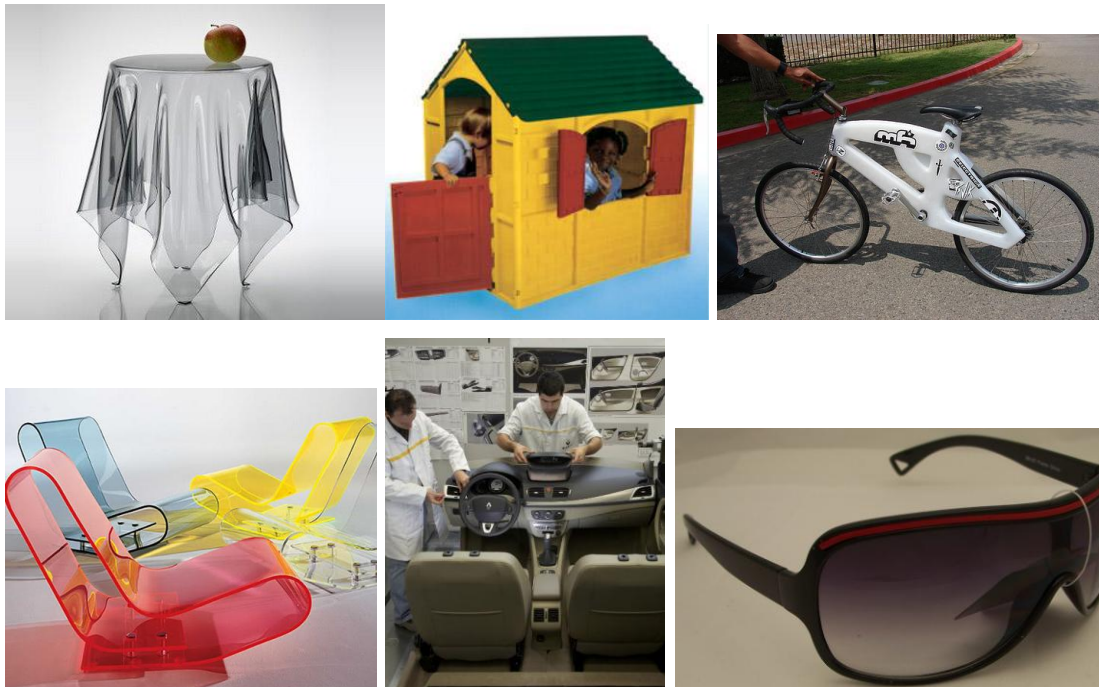
2.1 PLÁSTICO

2.1.1 Introducción

Los plásticos son materiales sintéticos fabricados en su totalidad por el hombre, estos materiales se pueden encontrar en una gran variedad, tanto así como el número de necesidades que tenga el hombre para satisfacer, es decir, cada material que compone los diferentes tipos de plásticos están fabricados de acuerdo a ciertas necesidades.

Los plásticos son materiales muy versátiles y se pueden distinguir por su estructura, propiedades, composición o modos de procesamiento. Estos están compuestos por monómeros los cuales son compuestos químicos de bajo peso molecular y se obtienen a partir del petróleo, gas natural, carbón, entre otros como CO₂ o material vegetal.

Figura 4. Artículos en plástico



El Hombre viene utilizando los polímeros naturales desde tiempos prehistóricos (fibras de celulosa, proteínas, ámbar, carbohidratos, asfaltos, caucho, etc.). A pesar del uso masivo de los polímeros, hasta unas pocas décadas atrás virtualmente no se conocía sobre su estructura y composición química. Solo en 1910 L.H Baekelan logro en sus trabajos experimentales, fabricar resinas termoendurecibles a partir del fenol y formaldehidos. En las primeras décadas del presente siglo se inicia el conocimiento científico sobre la estructura de los polímeros (teoría macromolecular de Staudinger¹⁶). A partir de este momento el desarrollo científico y tecnológico de los materiales poliméricos ha sido vertiginoso. Los materiales poliméricos han pasado de ser materiales de reemplazo a irremplazables.

¹⁶ BILLMEYER, W Fred. La ciencia de las macro-moléculas., Autor. Editorial Reverté, S. A., 1975.

La gama actual de estos materiales es extraordinariamente amplia. Cada vez se desarrollan nuevos materiales y se encuentran nuevos campos de aplicación. Un conocimiento de los diferentes tipos y sus derivados, de sus propiedades y las posibilidades de variarlas para lograr aplicaciones óptimas, es pues un requisito indispensable si se pretende hacer un uso racional de estos materiales modernos.

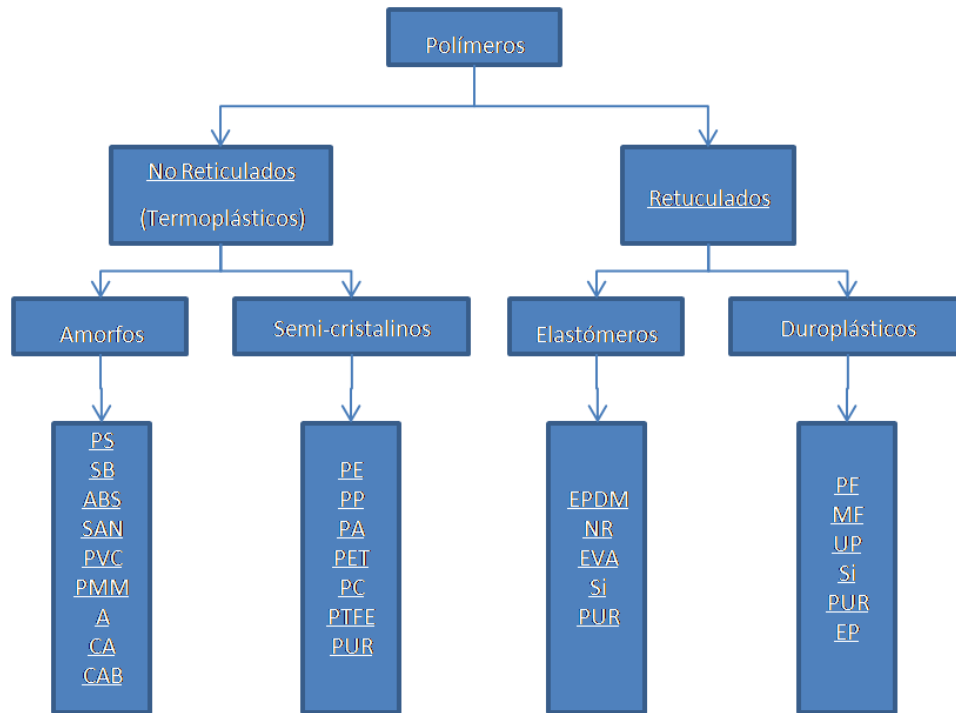
2.1.2 Clasificación

Los diferentes polímeros pueden ser clasificados según el ordenamiento de sus macromoléculas después de haber sido procesados totalmente.

De acuerdo a la naturaleza de los enlaces intermoleculares los materiales plásticos se distinguen entre reticulados y no reticulados. En los no reticulados las macromoléculas están unidas entre sí por las fuerzas de enlace secundarias y como puede ser fundido de nuevo se le denomina termoplástico. De acuerdo al grado de organización que las moléculas hayan logrado adoptar en el estado sólido, esta categoría se divide en materiales Amorfos y Semicristalinos.

En los reticulados las macromoléculas están unidas por medio de enlaces químicos y de acuerdo a estos puntos de reticulación, estos se dividen a su vez en Elastómeros y Duroplásticos.

Figura 5. Clasificación de los materiales poliméricos¹⁷



Entre los termoplásticos amorfos encontramos

- Poliestireno (PS).
- Poliestireno Butadieno (SB).
- Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).
- Estireno Acrilonitrilo (SAN).
- Policloruro de vinilo (PMMA).
- Acetato de celulosa (CA).
- Acetato butirato de celulosa (CAB).

Entre los termoplásticos Semicristalinos encontramos

- Polietileno (PE).
- Polipropileno (PP).
- Poliamida (PA).
- Polietilentereftalato (PET).
- Polibutiltereftalato (PBT).
- Policarbonato (PC).
- Politetrafluoroetileno (PTFE).
- Poliuretano (PUR).

¹⁷ Juan Felipe. Valencia. Apuntes de clase del profesor del curso de plásticos "Inyección de plásticos" de la Universidad EAFIT. Medellín, segundo semestre de 2009.

Los termoplásticos amorfos se conocen por que sus moléculas están totalmente en desorden, son transparentes y por lo general frágiles. Cabe resaltar que la mayoría de estos plásticos son mezclados con diferentes aditivos lo cual mejora su resistencia y durabilidad.

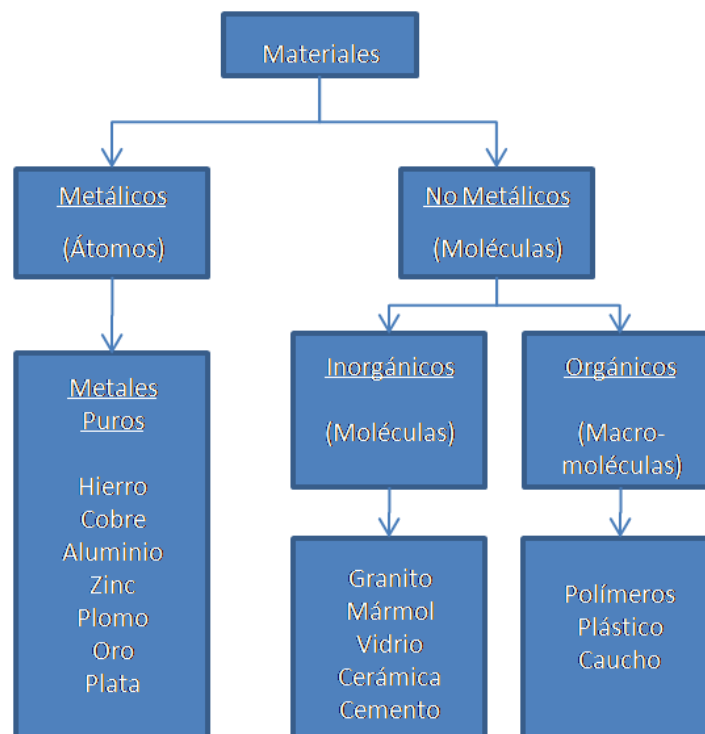
2.1.3 Propiedades generales

Las propiedades de los plásticos varían según su conformación macromolecular, entre sus propiedades más notables encontramos:

- Ligeros (de poca densidad). La densidad del plástico es aproximadamente $1/3$ de la densidad del aluminio y $1/8$ de la densidad del acero.
- Fáciles de moldear. A temperaturas menos de 400°C , lo que es relativamente poco consumo de energía.
- Fáciles de colorear o pigmentar, por medio de tintas o pigmentos en polvo.
- Adecuados para la introducción de aditivos para mejorar sus cualidades dependiendo de su fin y de cargas para reducir costos y mejorar la rigidez.
- Poseen baja conductividad térmica y eléctrica, lo cual nos indica que se pueden utilizar como aislantes.
- Poseen estabilidad química variable, a la corrosión por ácidos, álcalis y disolventes.
- Permeabilidad parcial: Difusión de gases (O_2 , N_2 , H_2O , CO_2 , etc.).
- Parcialmente reutilizable (En materia prima básica y componentes que deben ser tratados con alta tecnología para su procesamiento).

En la siguiente figura se aprecia claramente la clasificación de los materiales, los cuales se dividen en metálicos y no metálicos.

Figura 6. Clasificación de los materiales¹⁸



2.1.4 Propiedades mecánicas

Ya que cada uno de los plásticos posee cualidades diferentes, las propiedades mecánicas de cada uno de ellos también varía. Además estos solo alcanzan sus propiedades como material de empleo después de reacciones que enlacen sus cadenas macromoleculares¹⁹.

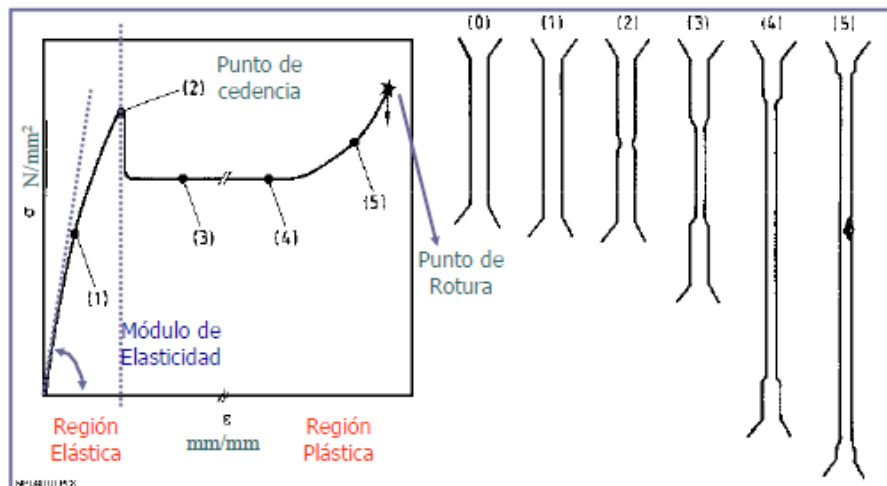
¹⁸ Ibid.

¹⁹ CALLISTER, William D. Material Science and Engineering an Introduction: Molecular Configuration. Fifth Edition. p. 459.

La respuesta de un material polimérico a una fuerza externa es una función compleja dependiente de la estructura macromolecular, de la rata de deformación y de las condiciones ambientales. La temperatura desencadena los fenómenos de relajación molecular, haciendo el material menos rígido y dúctil.

La rata de deformación también afecta de manera pronunciada el comportamiento de los materiales poliméricos. Mientras más rápido se deforme el material, menor tiempo disponible para relajación, por consiguiente, se comportará más frágil y rígido.

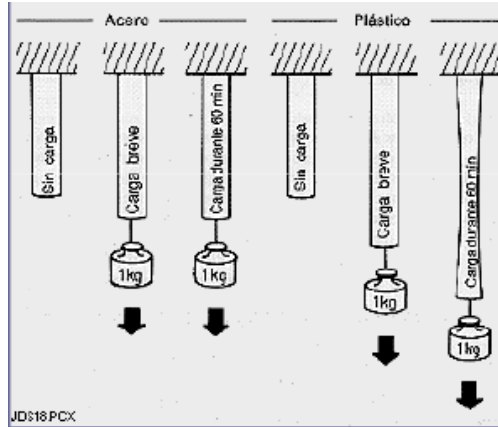
Figura 7. Propiedades mecánicas a estiramiento²⁰



²⁰ Ibid.

Propiedades mecánicas a largo plazo:

Figura 8. Fenómeno de Fluencia “Creep”²¹



2.1.5 Propiedades físicas

Temperaturas de transformación: Existen cuatro estados físicos de transformación para los polímeros:

- Temperatura de transición vítrea (T_g): Es la temperatura en la cual se descongela el movimiento de relajación macromolecular. A alta velocidad de enfriamiento la T_g disminuye, a alta presión la T_g aumenta, a altos plastificantes la T_g disminuye, a alto movimiento de las cadenas la T_g disminuye.
- Temperatura de cristalización (T_k): Se mide en enfriamiento. Temperatura en la cual ocurre el reordenamiento macromolecular para formar cristales.
- Temperatura de fusión de cristales (T_m): Se mide en calentamiento. Temperatura en la cual destruye todo ordenamiento cristalino. Para un mismo polímero se puede demostrar que: $T_k < T_m$, $T_k > T_g$.

²¹ Ibid.

- Temperatura de procesamiento (T_f): Temperatura a la cual es posible obtener en el material una viscosidad lo suficientemente baja que permita su procesamiento primario en las máquinas normales de producción.
- En los amorfos: $T_f' = T_g + 100^\circ\text{C}$.

2.1.6 Aditivos

Los aditivos en los plásticos se encargan de mejorar algunas de las características negativas.

Entre los aditivos más importantes encontramos:

- Antioxidantes: Este se usa por lo general para poder recuperar el material pos consumo, ya que al pos procesar el material para introducirlo en el ciclo productivo se puede oxidar y degradar al haber una disminución de su peso molecular.
- Absolvedores UV: Este aditivo en particular evita que el plástico se ponga amarillo al recibir rayos solares.
- Lubricantes: Estos se utilizan para regular la fricción entre los gránulos a la hora de la inyección y la adhesión contra las paredes durante el flujo de fundido. Estos aditivos a su vez asumen funciones de mejoradores de brillo, de antiadherentes, y reductores de estática.
- Pigmentos y colorantes: Para la coloración transparente se prefieren colorantes solubles, debido a que son fáciles de dispersar y basta una pequeña cantidad para obtener coloraciones intensas y uniformes, pero también existen colorantes orgánicos e inorgánicos, los cuales requieren ciertos parámetros de procesamiento.

- Anticombustibles: Los retardantes de llama son añadidos a algunos componentes - como circuitos impresos, carcasas de plástico o cables - para reducir su inflamabilidad, es decir: para prevenir o reducir la posibilidad del inicio del fuego o para inhibir la fuerza de la llama.

Los tipos de sustancias resistentes al fuego se pueden dividir en: Los que contienen compuestos con bromo y cloro (también conocidos como resistentes al fuego halogenados), los que contienen fósforo y nitrógeno y resistentes al fuego inorgánico.

Hay más de 100 tipos diferentes de materiales ignífugos disponibles, incluyendo más de 70 materiales ignífugos bromados. Los principales son:

- Retardantes de llama bromados: Estos representan el 21% en peso (32% en valor) de todos los retardantes de llama en todo el mundo y son adecuados para muchos tipos de plástico, y son los únicos en su tipo que se pueden utilizar con HIPS y ABS.
- Óxido de antimonio: Este es un material ignífugo que siempre se utiliza con cualquiera de los retardantes de llama bromados, llama clorada, retardadora o polímeros clorados como el PVC.
- Fósforo: Estos representan aproximadamente el 14 en peso de los productos ignífugos utilizados en todo el mundo. Estos son cada vez más utilizados como sustitutos de los retardantes de llama bromados y puede ser igualmente eficaces en algunos tipos de polímeros, sin embargo puede ser sustituido por otros plásticos como ABS / PC, que puede utilizar los compuestos de fósforo.
- Clorados: Los tipos principales son las parafinas cloradas. Estos son disponible como de cadena corta, cadena media y cadena larga.

- Otros - hay varios otros tipos de retardantes de llama utilizados en pequeñas cantidades que son adecuadas para determinados tipos de plástico. Estos incluyen compuestos a base de melamina, boratos y estannatos.

Se aplican antioxidantes, pues durante su elaboración, la temperatura aplicada durante la etapa de secado aumenta el riesgo de oxidación. Debido a la presencia del polibutadieno es necesario además el empleo de estabilizadores térmicos. Los aditivos lubricantes, antiestática, retardadores de llama y pigmentos son los más comúnmente empleados.

Para profundizar más acerca de los retardantes de llama utilizados en los plásticos como el ABS. (Ver Anexo N)

2.1.7 Plástico objeto de estudio

A continuación se realizará un estudio del plástico más común encontrado en las carcasas de los computadores, el cual es el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno). Este plástico posee características únicas en cuanto a resistencia mecánica, resistencia al impacto, resistencia a la deformación en ambientes fríos y calientes, entre otros.

El Acrilonitrilo Butadieno Estireno es un plástico que debido a sus diferentes propiedades, lo podemos encontrar en muchos artículos electrónicos no solo en nuestro medio, sino también alrededor del mundo, lo cual hace que sea un plástico de fácil consecución en el mercado, además este se presenta por lo general en colores blancos o amarillos pálidos lo que lleva a una fácil pigmentación.

El Acrilonitrilo butadieno estireno es una plástico duro, resistente al calor y a los impactos. Es un copolímero obtenido de la polimerización del estireno y

acrilonitrilo en presencia del polibutadieno, resultando de la combinación de los tres monómeros, originando un plástico que se presenta en una gran variedad de grados dependiendo de las proporciones utilizadas de cada uno.

Propiedades generales del ABS:

- Alta resistencia y rigidez mecánica.
- Alta dureza y resistencia al rayado.
- Alta resistencia al impacto aun a bajas temperaturas.
- Alta estabilidad de forma al calor.
- Alta resistencia a cambios bruscos de temperatura.
- Poca absorción de agua.
- Alta estabilidad dimensional.
- Alta resistencia química.
- Mejor resistencia que la del PS al agrietamiento por tensiones.

Propiedades mecánicas

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesado.

La resistencia al impacto de los plásticos ABS se ve incrementada al aumentar el porcentaje de contenido en butadieno pero disminuyen entonces las propiedades de resistencia a la tensión y disminuye la temperatura de deformación por calor. El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes.

- El acrilonitrilo proporciona: Resistencia térmica, resistencia química, resistencia a la fatiga, dureza y rigidez.
- El butadieno proporciona: Ductilidad a baja temperatura, resistencia al impacto, resistencia a la fusión.
- El estireno proporciona: Facilidad de procesado (fluidez), brillo, dureza y rigidez.

Excepto en películas delgadas, es opaco y puede ser de color oscuro o marfil y se puede pigmentar en la mayoría de los colores, obteniéndose partes lustrosas de acabado fino.

La mayoría de los plásticos ABS son incoloros y no tóxicos.

Pueden ser extruidos, moldeados por inyección, soplado y prensado. Generalmente los grados de bajo impacto son los que más fácil se procesan. Los de alto impacto son más dificultosos porque al tener un mayor contenido en caucho los hace más viscosos. A pesar de que no son altamente inflamables, mantienen la combustión.

Hay algunos tipos auto-extinguibles para cuando se requiere algún producto incombustible, otra solución consiste en aplicar algún retardante de llama. Dentro de una variedad de termoplásticos el ABS es importante por sus balanceadas propiedades. El ABS se destaca por combinar dos propiedades muy importantes como ser la resistencia a la tensión y la resistencia al impacto en un mismo material, además de ser un material liviano.

A continuación se enunciarán algunas de las características mecánicas principales del ABS.

Tabla 2. Propiedades mecánicas del ABS²²

| | |
|--|--|
| Resistencia a la abrasión | Alta |
| Permeabilidad | Todos los grados son considerados impermeables al agua, pero ligeramente permeables al vapor. |
| Propiedades relativas a la fricción | No los degradan los aceites son recomendables para cojinetes sometidos a cargas y velocidades moderadas. |
| Estabilidad dimensional | Es una de las características más sobresalientes, lo que permite emplearla en partes de tolerancia dimensional cerrada. La baja capacidad de absorción de la resina y su resistencia a los fluidos fríos, contribuyen a su estabilidad dimensional. |
| Facilidad de unión | Se unen fácilmente entre sí y con materiales plásticos de otros grupos mediante cementos y adhesivos. |
| Cap. de absorción | Baja. |
| Propiedades ambientales | La exposición prolongada al sol produce una capa delgada quebradiza, causando un cambio de color y reduciendo el brillo de la superficie y la resistencia a la flexión. La pigmentación en negro provee mayor resistencia a la intemperie. |
| Resistencia química | Generalmente buena aunque depende del grado de la resina, de la concentración química, temperatura y esfuerzos sobre las partes. En general no son afectadas por el agua, sales inorgánicas, álcalis y por muchos ácidos. Son solubles en ésteres, acetona, aldehídos y en algunos hidrocarburos clorados. |
| Formado | Se adaptan bien a las operaciones secundarias de formado. Cuando se calientan, los perfiles extruidos, se pueden doblar y estampar. |
| Facilidad de maquinado | Sus características son similares a las de los metales no ferrosos, se pueden barrenar, fresar, torneare, aserrar y troquelar. |
| Acabados superficiales | Pueden ser acabados mediante metalizado al vacío y electroplateado. |
| Resistencia a la fatiga | Se presenta para cargas cíclicas o permanentes mayores a 0.7 Kg mm ² . |
| Recocida | Se mantiene 5° C arriba de la Temp. de distorsión durante 2 a 4 h. |

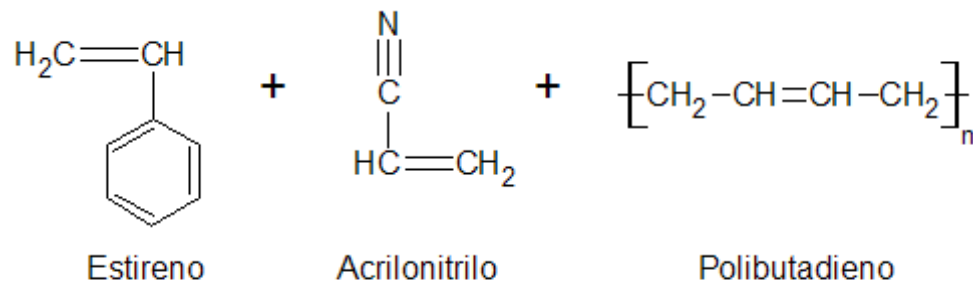
²²TEXTOS CIENTIFICOS. Principales polímeros, abs - Disponible en: <<http://www.textoscientificos.com/polimeros/abs>>

Propiedades físicas

La estructura del ABS es una mezcla de un copolímero vítreo (estireno – acrilonitrilo) y un compuesto elástico principalmente el polímero de butadieno. La estructura con la fase elastómera del polibutadieno (forma de burbujas) inmersa en una dura y rígida matriz SAN.

El ABS se creó con el fin de mejorar algunas propiedades del Poliestireno de alto impacto. Para obtenerlo, se mezclaban emulsiones de los dos polímeros, SAN y polibutadieno. La mezcla era coagulada para obtener ABS.

Figura 9. Estructura molecular del ABS²³



Dentro de sus propiedades físicas encontramos:

- Fuerza tensil: 40-50 Mpa.
- Fuerza al impacto: 10-20 Kj/m².
- Coeficiente de expansión térmica. 70-90 x 10⁻⁶.
- Temperatura de uso máximo: 80-95°C.
- Densidad: 1.0-1.05 g/cm³

²³ JC. Anderson; KD. Leaver; RC. Rawlving y JM. Alexander. Materials Science: Plastic and Polymers. Fourth edition. p. 365.

El ABS es un plástico más fuerte, por ejemplo, que el poliestireno debido a los grupos nitrilo. Estos son muy polares, así que se atraen mutuamente permitiendo que las cargas opuestas de los grupos nitrilo puedan estabilizarse. Esta fuerte atracción sostiene firmemente las cadenas de ABS, haciendo el material más fuerte. También el polibutadieno, con su apariencia de caucho, hace al ABS más resistente que el poliestireno.

Propiedades cuantitativas

Dentro de las propiedades a tener en cuenta en el momento de inyectar el plástico ABS se encuentran:

Tabla 3. Propiedades cuantitativas del ABS²⁴

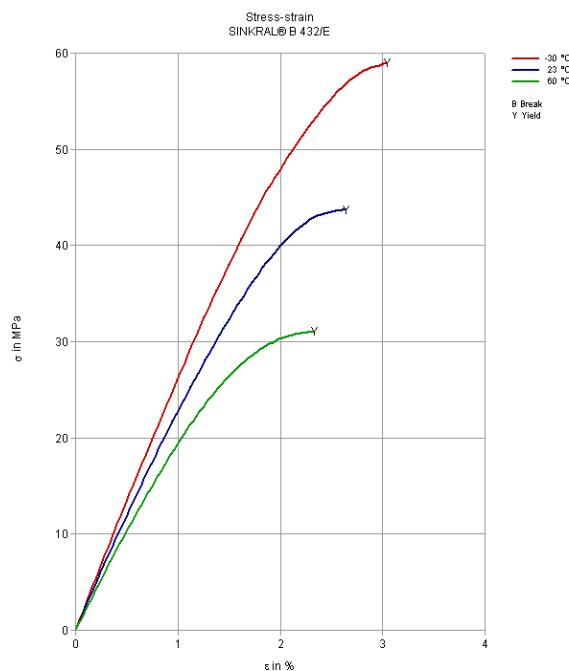
| Propiedades | Método ASTM | Unidad | Grados de ABS | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------------|
| | | | Alto impacto | Impacto medio | Bajo Impacto | Resistente al calor |
| Mecánicas a 23°C | | | | | | |
| Resistencia al impacto, prueba Izod | D2546 | J / m | 375-640 | 215-375 | 105-215 | 105-320 |
| Resistencia a la tensión | D638 | Kg. / mm ² | 3,3 – 4,2 | 4,2-4,9 | 4,2-5,3 | 4,2-5,3 |
| Elongación | D638 | % | 15-70 | 10-50 | 5-30 | 5-20 |
| Módulo de tensión | D638 | | 173-214 | 214-255 | 214-265 | 214-265 |
| Dureza | D785 | HRC (Rockwell) | 88-90 | 95-105 | 105-110 | 105-110 |
| Peso específico | D792 | | 1,02-1,04 | 1,04-1,05 | 1,05-1,07 | 1,04-1,06 |
| Térmicas | | | | | | |
| Coefficiente de expansión térmica | D696 | X 10 ⁵ cm / cm* °C | 9,5 – 11,0 | 7,0-8,8 | 7,0-8,2 | 6,5-9,3 |
| Distorsión por calor | D648 | °C a 18,4 Kg /cm ² | 93-99 | 96-102 | 96-104 | 102-112 |

²⁴ Ibid.

Diagrama esfuerzo - deformación

Este diagrama nos mostrara el esfuerzo que se le aplica al plástico a diferentes temperaturas, lo cual nos es de suma importancia ya que para nuestro fin se requiere que el producto trabaje de una manera formidable a temperatura ambiente (15°C - 30°C) y a la temperatura bajo cero (-7°C - 4°C).

Figura 10. Diagrama Esfuerzo –Deformación²⁵ del ABS



Cada uno de los datos que se van a mostrar en la siguiente tabla son sacados del programa “Campus Plastics” el cual nos muestra los diferentes plásticos que existen en la industria y sus características. Hay que tener en cuenta que los plásticos estudiados anteriormente son plásticos vírgenes que nunca han tenido un proceso de transformación y que están libres de contaminantes.

²⁵ CAMPUS PLASTICS. Software de investigación de propiedades de los plásticos. Disponible en: <<http://www.campusplastics.com>>.

Tabla 4. Resultados diagrama Esfuerzo

| Plástico | Temperatura °C | Esfuerzo Mpa | Resultado | Deformación % |
|----------|----------------|--------------|-----------|---------------|
| ABS | -30 | 59 | Cedencia | 3 |
| | 23 | 43 | Cedencia | 2,7 |
| | 60 | 32 | Cedencia | 2,3 |

Conclusiones Plástico Objeto de Estudio

- El ABS es un plástico de muy fácil consecución en el mercado, ya que es uno de los materiales predominantes en la basura electrónica.
- El plástico ABS se presenta de colores muy neutrales, lo cual nos permite pigmentarlo de diferentes colores y darle acabados superficiales diferentes.
- Las características mecánicas del ABS lo hacen uno de los plásticos más aptos para trabajar, ya que soporta cargas pesadas a diferentes temperaturas, conservando su estabilidad dimensional.
- Las características físicas lo hacen un plástico apto para trabajar dentro del refrigerador ya que puede estar en contacto con los alimentos, es impermeable, baja capacidad de absorción, etc.
- Son materiales aptos para trabajar en interiores, ya que a largos periodos de exposición ante el sol causan cambios de color y reducen el brillo, mas sin embargo en plásticos en colores negros poseen mayor resistencia a la temperatura.
- Este tipo de plástico se adapta muy bien a esfuerzos después de la inyección para realizar otras formas, lo cual facilita la adaptabilidad a maquinados y forjados.

2.2 RECICLAJE

Los plásticos utilizados habitualmente en la industria e incluso en la vida cotidiana son productos con una muy limitada capacidad de degradación, y en consecuencia quedan durante muchos años como residuos, con la contaminación que ello produce.

Por otra parte, la mayoría de los plásticos se obtienen a partir de derivados del petróleo, un producto cada vez más caro y escaso, y, en consecuencia, un bien a preservar. Cada día es más claro que es necesaria la recuperación de los restos plásticos por dos razones principales: La contaminación que provocan y el valor económico que representan.

Son tres los métodos de reciclaje de plásticos más utilizados:

Reutilización directa

Es aplicable a aquellos productos que tienen un valor en su forma y estado actual, tales como, cajas de poliestireno expandido, cajas de transporte de botellas o frutas, bidones, etc. En estos casos, un simple lavado y almacenamiento del producto limpio es suficiente para su recuperación.

Reciclado por calidades

Se trata de separar los plásticos en función de su composición (polietilenos, PVC, PET, ABS, etc.) y efectuar un lavado de los mismos.

Los plásticos limpios pueden ser comprimidos en balas como en el caso del papel para su venta o fundidos y convertidos en trozos para darles un valor agregado. Los rechaces se reciclan como se indica a continuación o se pasan a la valorización energética.

Reciclado conjunto

Consiste en realizar una mezcla de la totalidad de los plásticos recogidos, y previa limpieza y trituración, moldearlos por extrusión obteniendo perfiles para su utilización en construcción, agricultura, urbanismo etc., como sustitutos de la madera o metales.

Materiales similares procedentes de plásticos llevan años comercializándose en EEUU y Europa, y muestran numerosas ventajas tanto técnicas como ambientales, su resistencia, inalterabilidad y contribución al reciclado de residuos. Además de estas formas de aprovechamiento de los plásticos, no podemos evitar mencionar la incineración o descomposición pirolítica como fuente de energía, principalmente para la obtención de electricidad y calor.

La etapa de procesamiento del ABS es muy sencilla, ya que es un material pesado que no requiere de procesos extras como si lo requerirían las bolsas de PEHD o las botellas de PET. Hay que tener en cuenta que en esta etapa de procesamiento antes de la inyección, el material no evidencia sus propiedades aun, ya que él mismo, necesita de calor para que sus macromoléculas se reordenen y puedan evidenciar sus cualidades.

A continuación hablaremos del proceso que se debe llevar a cabo para tener el material a punto para su posterior inyección.

2.2.1 Triturado

El triturado de las carcasas se debe hacer inmediatamente después del desensamble de las mismas. Hay que tener muy en cuenta que no se pueden dejar restos de insertos metálicos ya que estos pueden dañar las cuchillas y afectar el proceso. Más importante aun es hacer una correcta separación de los materiales, ya que en las carcasas de los computadores podemos encontrar PS,

HIPS y ABS. Al hacer una correcta separación se evitará perder la producción y todo el trabajo de trituración realizado.

En el proceso de triturado se cuenta con la máquina trituradora de plásticos de la universidad EAFIT la cual tiene las siguientes características:

Tabla 5. Molino para triturar y sus características

| Maquina | Características | Tamaño grano |
|-----------------------------|--|------------------------------|
| MOLINO 7.5 Kw 10 HP SG 400F | Dimensión de cuchillas: 200x240 mm Productividad: 150 Kg/h. Motor: 3 HP. Cuchillas fijas: 2. Cuchillas Móviles: 3 (4 escalonadas en c/u) | 0.3 - 0.7 cm aproximadamente |

Figura 11. Molino de molido de plástico



2.2.2 Lavado

El lavado es uno de los pasos más importantes dentro del proceso, ya que este material después de ser utilizado por varios años, puede tener muchos residuos que impedirían un procesamiento adecuado en la inyección o extrusión. El proceso de lavado generalmente se hace en lavadoras industriales especializadas, en este caso se va a llevar a cabo en baldes con 1 kg de producto triturado y con los diferentes aditivos para su lavado.

El procedimiento de lavado, consiste en adicionar en un balde 1 kg de ABS molido, cantidad de agua que sea aproximadamente una vez y media la cantidad de plástico y los aditivos correspondientes al 5% de la cantidad de material.

Tabla 6. Características de lavado

| Forma de lavado | Tipo de aditivo | Tiempo de lavado | Cantidad de material |
|----------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Agua temperatura ambiente. | Solo agua | 1:30 hora | 1 kg de ABS triturado |
| Agua caliente. | Solo agua a 30 °C | 1:30 hora | 1 kg de ABS triturado |
| Agua con jabón. | Jabón liquido de baño | 1:30 hora | 1 kg de ABS triturado |
| Agua con soda caustica. | Soda caustica escama | 1:30 hora | 1 kg de ABS triturado |
| Agua con soda caustica. | Soda caustica liquida | 1:30 hora | 1 kg de ABS triturado |

2.2.3 Secado

Los diferentes materiales que se están estudiando tienen como característica, que no absorben mucha humedad, entonces en el momento de su procesamiento (inyección, extrusión, soplado, etc.) no necesita llevarse a altas temperaturas. Sin embargo, como este material es pos consumo se debe hacer un secado, ya que el material está completamente mojado después de su lavado.

Este secado normalmente en la industria se hace en un cilindro especial, tipo tambor, que permite secar el material de una manera centrifuga, extrayendo hasta la última gota de agua o por medio de ventiladores de aire caliente. En este caso ya que no contamos con la maquinaria se puede hacer de una manera artesanal y con ayuda del sol, extendiendo el plástico triturado en una superficie plana.

Resultados adquiridos luego del lavado y posterior secado:

Tabla 7. Resultados de lavado del material triturado

| Forma de lavado | Resultados |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Agua temperatura ambiente. | Secado en aproximadamente dos horas. |
| Agua caliente. | Secado en aproximadamente dos horas. |
| Agua con jabón. | Secado en aproximadamente dos horas. |
| Agua con soda caustica liquida. | Secado en aproximadamente dos horas. |
| Agua con soda caustica en escama. | Secado en aproximadamente dos horas. |

2.2.4 Inyección

La temperatura general del proceso de inyección está entre 200 y 250 °C. En la inyección la temperatura del molde oscila entre 20 y 50 °C. Estas temperaturas varían dependiendo del plástico a utilizar y las características del mismo. Para saber un poco más acerca de la maquina inyectora y sus componentes principales (Ver Anexo I).

A continuación mostraremos las características generales para el procesamiento de este material por medio del proceso de inyección.

Tabla 8. Condiciones generales para el proceso de inyección del ABS

| Propiedades Reológica | | |
|--|--------------------------|-----------------|
| Rata de volumen de la mezcla. | 7 cm ³ /10min | ISO 1133 |
| Temperatura | 220 °C | ISO 1133 |
| Carga | 10 Kg | ISO 1133 |
| Propiedades Mecánicas | | |
| Modulo extensible | 2400 Mpa | S0 527-1/-2 |
| Estrés de fluencia | 51 Mpa | ISO 527-1/-2 |
| Deformación de fluencia | 3 % | ISO 527 |
| Tensión nominal a la rotura | 9 % | ISO 527 |
| Resistencia al impacto (+23°C) | 190 KJ/m ² | ISO 179/1eU |
| Resistencia al impacto (-30°C) | 100 KJ/m ² | ISO 179/1eU |
| Propiedades Térmicas. | | |
| Temperatura de deformación bajo carga (1.80 Mpa). | 106 °C | ISO 75-1/-2 |
| Temperatura de deformación bajo carga (0.45 Mpa). | 111 °C | ISO 75-1/-2 |
| Temperatura de ablandamiento. | 106 °C | ISO 306 |
| Coefficiente de expansión térmica lineal (parallel). | 95 E-6/K | ISO 11359-1/-2 |
| Comportamiento ardor en 1,5 mm de espesor nominal. | HB class | IEC 60695-11-10 |
| Espesor de pruebas | 1.5 mm | IEC 60695-11-10 |
| Propiedades Eléctrica | | |
| Resistencia de volumen | 1E13 Ohm*m | IEC 60093 |
| Resistencia eléctrica | 39 KV/mm | IEC 60243-1 |
| Otras propiedades | | |
| Densidad | 1050 Kg/m ³ | ISO 1183 |
| Velocidad de inyección | 100 mm/s | ISO 294 |

2.2.5 Conclusiones reciclado

El procesamiento pos consumo, es una parte muy importante en el reprocesamiento del material, no solo por que el material adquiere más valor en el mercado, sino también porque al reprocesarlo los parámetros y las características de procesamiento se facilitan.

A continuación se enunciarán cada uno de los procesos de reciclaje nuevamente y las diferentes conclusiones encontradas.

Triturado

- Se concluyo que a pesar de que la partícula de ABS triturado tiene un tamaño aproximado de 5 mm, no es necesario su peletizado ya que al ser un plástico de alta densidad, su propio peso le evita dicho proceso.
- El proceso de triturado en la universidad EAFIT con las características técnicas de la maquina y 5 carcasas de pantallas de computador, que tienen un peso aproximado de 7.5 kg, tomó un tiempo de 45 min.

Figura 12. Proceso de triturado



Lavado:

- El lavado a pesar de haber sido de una manera artesanal, se obtuvieron buenos resultados, ya que en las diferentes muestras se obtuvieron residuos de agua contaminada de diferentes tonalidades o intensidades.

A continuación se nombrarán las diferentes maneras como se lavo el plástico y los resultados obtenidos:

Tabla 9. Resultados de lavado del plástico

| Tipo de aditivo | Resultados |
|-----------------|---|
| Solo agua | El agua presenta coloración de suciedad normal (puede contener polvo, mugre, grasa, entre otros). |

| | |
|------------------------------|--|
| | También se pudo observar que el color del agua extraída después de una hora y media es de un color más claro que la que se lavo con soda caustica. |
| Solo agua a 100 °C | Con el agua a 100°C el plástico presenta la misma tonalidad que con el agua a temperatura ambiente. La coloración de agua también presenta características similares a la temperatura ambiente, pero menos que la de jabón. |
| Jabón liquido de baño | El agua presenta una coloración un poco más oscura que la de agua sola o agua a 30°C, mas sin embargo su coloración es más clara que la que se lavo con soda caustica. Adicionalmente el producto lavado con jabón se debe relavar más de una vez ya que el material presento residuos jabonosos. |
| Soda caustica escama | El lavado en el cual se adicionó soda caustica en escama y liquida presentan la misma coloración del agua, con la única diferencia que la soda caustica en escama da más oxidación y puede remover aun mas en la suciedad. |
| Soda caustica liquida | El color del agua extraída después de una hora y media nos da a entender que el plástico se liberó de muchos más contaminantes que las otras dos pruebas (polvo, mugre, aceites, marcado, entre otros). |

- Esto nos da como conclusión, que la soda caustica en escama o liquida es la mejor opción para el lavado.
- De igual manera el lavado con jabón también arrojo buenos resultados, pero su factor contradictorio es que se debe enjuagar el producto varias veces, generando así más contaminación en el agua.

Figura 13. Proceso de lavado



Secado:

El método que se utilizó para el secado del plástico, consistió en esparcirlo uniformemente sobre una maya de plástica.

- El tiempo estimado de secado para un kilogramo de ABS reciclado y triturado, es de 2 horas.

Figura 14. Proceso de secado



Inyección:

La inyección del plástico ABS pos consumo es algo delicada, ya que este material fue parte de aparatos electrónicos y posee aditivos y sustancias especiales que no se pueden tratar como si se estuviera trabajando con un material virgen.

Para tener datos más aproximados se cuenta con el estudio realizado por parte de Cicolac Resins²⁶, empresa encargada de hacer estudios a profundidad de los diferentes tipos de plásticos utilizados en la actualidad. Este estudio se llevo a cabo con plástico ABS reciclado de las carcasas de aspiradoras y teléfonos alámbricos.

Con estos datos comienza una etapa de investigación para trabajar los plásticos de carcasas de computador, ya que al ser un material pos consumo y ser en específico carcasas de computador, no posee las mismas características que posee el plástico del estudio de Cicolac, pero con la ventaja, que se cierra un poco más la brecha de incertidumbre y se aproximan los parámetros de inyección.

Tabla 10. Parámetros de inyección

| Parámetros | | |
|--|--------------|---------------|
| Moldeado por Inyección | Valor | Unidad |
| Temperatura de secado | 70 - 75 | °C |
| Tiempo de secado | 2 - 4 | hrs |
| Contenido máximo de humedad | 0.01 | % |
| Temperatura de la mezcla | 205 - 245 | °C |
| Temperatura del usillo | 205 - 245 | °C |
| Temperatura frontal de tambor zona 3 | 215 - 240 | °C |
| Temperatura media del tambor zona 2 | 205 - 225 | °C |
| Temperatura anterior del tambor zona 1 | 195 - 215 | °C |
| Temperatura del molde | 50 - 70 | °C |

²⁶ SABIC. Innovative Plastics. Disponible en: <<http://www.sabic-ip.com>>

| | | |
|------------------------|-----------|-----|
| Presión | 0.3 - 0.7 | MPa |
| Velocidad del tornillo | 30 - 60 | rpm |

2.3 PROCESO DE CONSECUCCIÓN MATERIA PRIMA

Según las cifras de importaciones de la DIAN²⁷ para PCs de escritorio, portátiles, monitores, impresoras y componentes electrónicos para computadores, el 26% de las importaciones son computadores de escritorio, el 3% portátiles, el 35% monitores y el 20% componentes.

Con respecto a los hábitos de compra, según la encuesta realizada por CIM²⁸, casi el 100% de las empresas encuestadas indicaron tener computador de escritorio y portátil. Los hábitos de compra de las empresas privadas y públicas se distinguen mucho de los hábitos de los usuarios privados. Más del 80% de las empresas encuestadas tienen un proveedor o distribuidor autorizado que les ayuda con la compra de los computadores. Los resultados en cuanto a computadores de escritorio y portátiles son muy parecidos.

Las empresas tanto públicas como privadas casi no compran equipos de segunda. Únicamente el 4% de las empresas compraron computadores de escritorio de segunda (y solamente empresas pequeñas), y ninguna portátiles (CIM, 2008).

Teniendo en cuenta que en Colombia no hay un buen reciclaje de estos equipos electrónicos, debido a que no se cuenta con la infraestructura adecuada y los conocimientos necesarios para tal fin, el proceso de consecución de los mismos se hace por medio de recicladores, chatarrerías o simplemente donaciones de empresas, instituciones o personas en particular.

²⁷ DIAN. Coordinación de estudios económicos. Enero - Octubre 2009. Disponible en: <http://websiex.dian.gov.co/siex/Balanza_Comercial/balanza_comercial.html>

²⁸ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS. Investigación de Mercados. Disponible en: <http://www.centronacionaldeconsultoria.com/mercados/cnc_mercados.htm>

3. PRUEBAS DE LABORATORIO

Se realizaron pruebas de laboratorio para analizar el comportamiento del material ABS reciclado de carcasas de computador. Se realizó una prueba de tensión sobre una probeta inyectada en el laboratorio de plásticos de la Universidad EAFIT.

La maquina utilizada para esta prueba es la Instron 3366 serie Q5582, la cual posee una capacidad máxima de 10kN y una resolución de 0,001N.

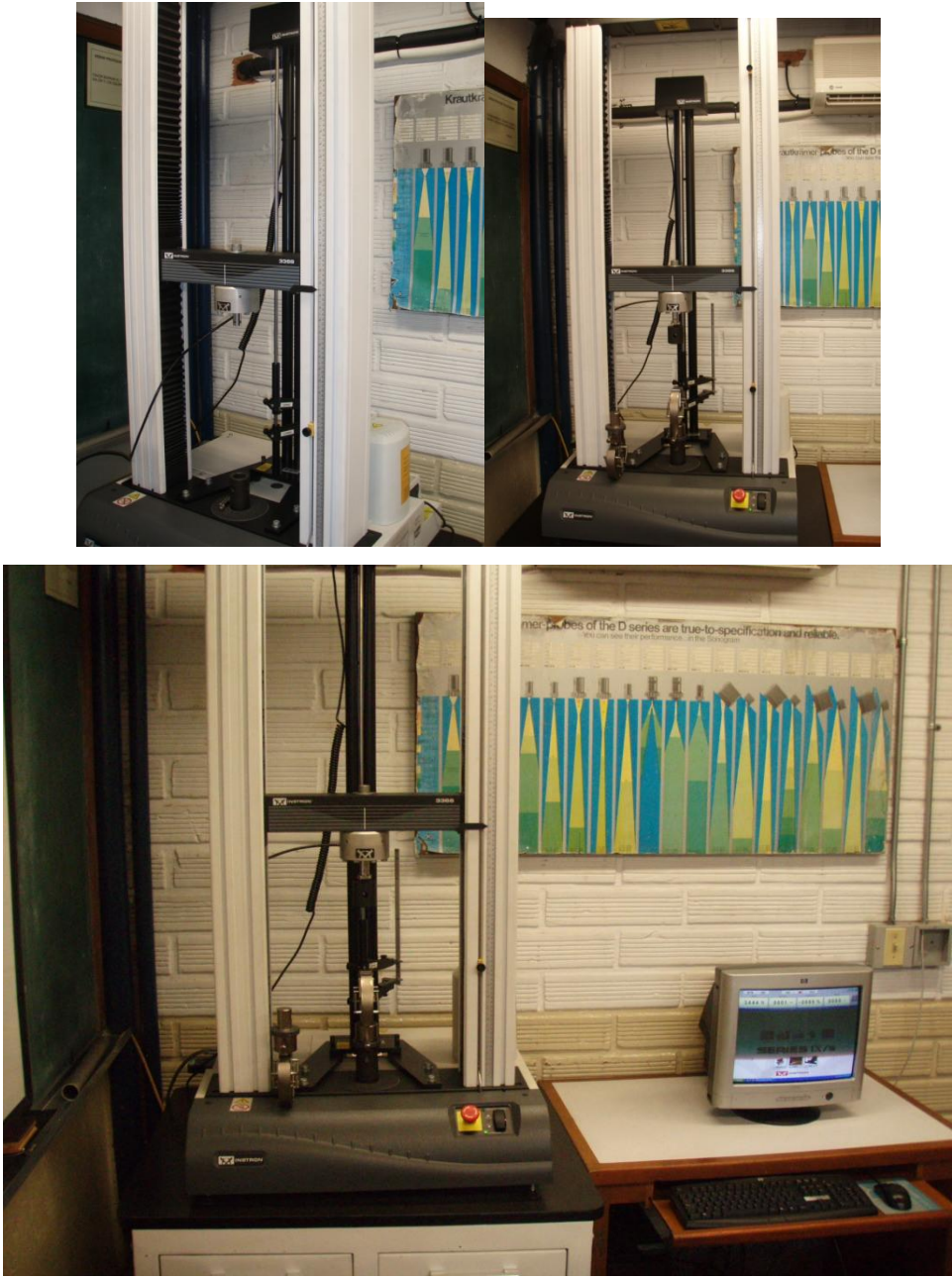
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA TENSIÓN ABS RECICLADO

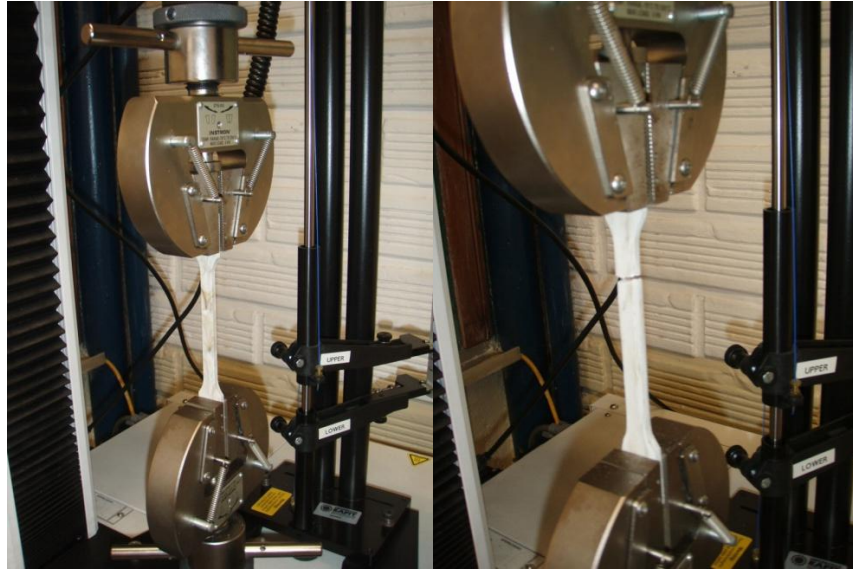
Según la Norma ASTM D 638 – 03 (Prueba de Tensión), las características de la prueba varían según las dimensiones de la probeta y el material que se desea usar. A continuación vemos las especificaciones de la prueba según las dimensiones de la probeta inyectada en el laboratorio de plásticos de la Universidad EAFIT y las características de plástico a utilizar.

Tabla 11. Características de la Prueba de Tensión ABS Reciclado

| Características Probeta | Unidades | Resultado |
|----------------------------------|-----------------|------------------|
| Dimensiones de la probeta | cm | Ver Anexo O |
| Tipo de Probeta | mm | Type I |
| Velocidad de la prueba | mm/min | 5 |
| Tensión Nominal | mm/mm.min | 0.1 |
| Temperatura ambiente | °C | 21 |

Figura 15. Prueba de Tensión ABS Reciclado





3.2 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TENSION ABS RECICLADO

La prueba de tensión sobre la probeta según la norma ASTM D 638 - 03²⁹, llegó al fallo con una carga máxima de 1450 N en promedio (Ver Tabla 12). Inicialmente comenzó a deformarse la zona media de la probeta, donde hay menos material (Ver Figura 16).

A continuación se muestran los resultados de tensión realizados a la probeta de ABS Inyectado. Planos probeta (Ver Anexo O).

²⁹ ASTM. International. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. United States. 2003. (ASTM D 638 – 03).

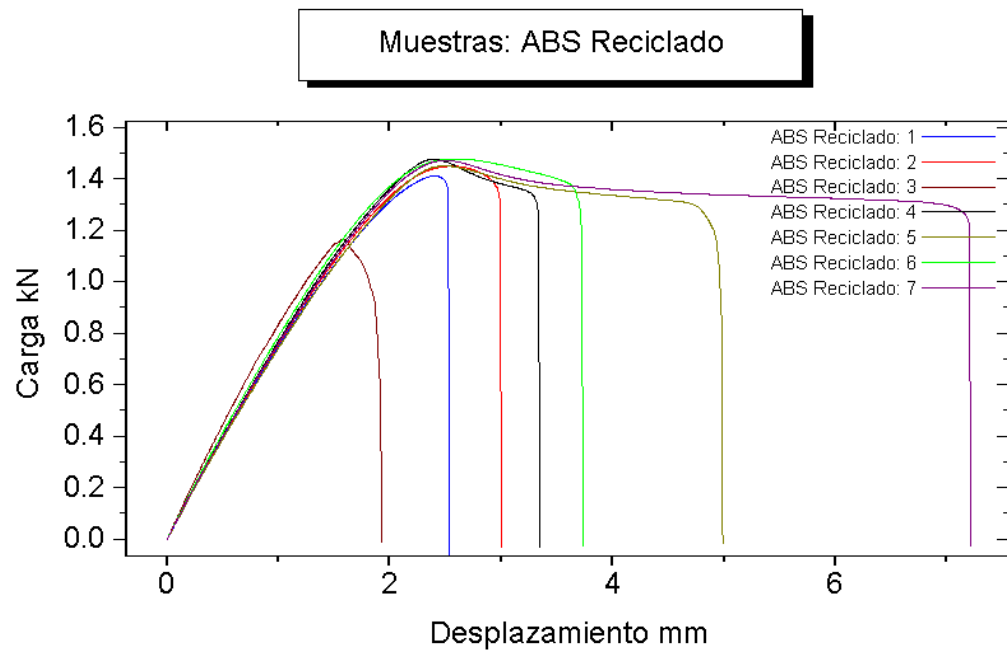
Tabla 12. Resultados Prueba de Tensión ABS Reciclado

| Probeta | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Espesor (mm) | 4,12 | 4,12 | 5,15 | 4,39 | 4,18 | 4,2 | 4,15 |
| Ancho (mm) | 10,26 | 10,26 | 9,64 | 9,97 | 9,85 | 10,48 | 10,5 |
| Carga max (N) | 1409 | 1448 | 1166 | 1474 | 1449 | 1476 | 1470 |
| Deformación (mm) | 3,4 | 3,5 | 3,7 | 3,6 | 4,8 | 3,7 | 7,2 |
| Área (mm ²) | 42,271 | 42,271 | 49,65 | 43,768 | 41,17 | 44,02 | 43,58 |
| Esfuerzo max (N/mm ²) | 33,332 | 34,255 | 23,49 | 33,677 | 35,19 | 33,53 | 33,73 |

Figura 16. Probetas ABS Reciclado



Gráfica 3. Desplazamiento Muestras ABS Reciclado



3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA DE TENSION ABS VIRGEN

Tabla 13. Características de la Prueba de Tensión ABS Virgen

| Características Probeta | Unidades | Resultado |
|---------------------------|-----------|-------------|
| Dimensiones de la probeta | cm | Ver Anexo O |
| Tipo de Probeta | mm | Type I |
| Velocidad de la prueba | mm/min | 5 |
| Tensión Nominal | mm/mm.min | 0.1 |
| Temperatura ambiente | °C | 21 |

3.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TENSION ABS VIRGEN

Tabla 14. Resultados Prueba de Tensión ABS Virgen

| Probeta | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Espe sor (mm) | 3,56 | 3,53 | 3,56 | 3,55 | 3,55 |
| Ancho (mm) | 12,53 | 12,51 | 12,57 | 12,56 | 12,57 |
| Carga max (N) | 1903 | 1916 | 1917 | 1884 | 1923 |
| Área (mm ²) | 44,607 | 44,16 | 44,75 | 44,588 | 44,62 |
| Esfuerzo max (N/mm ²) | 42,662 | 43,387 | 42,84 | 42,254 | 43,09 |

Figura 17. Prueba de Tensión ABS Virgen



3.5 CONCLUSIONES PRUEBAS DE TENSION

- El material de estudio (ABS Reciclado), muestra características similares al material ABS virgen, sin embargo posee mejores propiedades este último, ya que la estructura molecular posee menos fatigas.
- Se concluyo que a pesar de que el ABS reciclado posee grandes características de resistencia, no se compara con el ABS virgen, ya que el primero posee más cantidad de esfuerzos residuales por su procesamiento.
- Se evidencia las grandes cualidades de ABS reciclado, ya que a pesar de que los parámetros de inyección de las probetas del material reciclado no fueron las óptimas, se noto cifras aproximadas al del material virgen, las cuales fueron obtenidas en el comercio, con parámetros exactos de inyección.
- Se evidencio también que las probetas de ABS virgen posee gran capacidad de deformación. Por el contrario la probetas de ABS reciclado poseen menos capacidad de deformación, ya que el material al ser reprocesado tiende a cristalizarse.

4. ESTADO DEL ARTE

Los diferentes productos encontrados en el mercado para la organización de botellas, tanto dentro, como fuera del refrigerador están mucho más dirigidos al área de los vinos, ya que estos son uno de los artículos que tiene más presencia y de alguna manera se puede exhibir como un artículo bonito y de gusto. Sin embargo, no se encontró mucha evidencia de organizadores de botellas para dentro del refrigerador y para otras clases de botellas, como de salsas, gaseosas, leche, agua, etc. Se identificó también que existe una gama muy amplia de artículos en diferentes materiales que ayudan a la organización de botellas de vino, como anteriormente se mencionó.




Cada uno de estos artículos tiene características similares, las cuales son de mucha utilidad en el momento de diseñar un nuevo producto y tenerlo como base para comenzar la investigación. En el siguiente punto se expone una síntesis sobre el estado del arte, en lo que respecta de los organizadores de botellas en general, tanto para fuera, como dentro del refrigerado, lo cual nos dará una idea de las geometrías utilizadas y las diferentes soluciones que se pueden lograr.

4.1 ESTADO DEL ARTE BOTELLEROS



A continuación se exponerán algunos de los artículos encontrados en el mercado en la actualidad y se hablará de sus características positivas y negativas para nuestro fin.

Tabla 15. Estado del Arte Botelleros

| Productos en Madera | | | |
|--|---|---|---|
|  <p><i>Fuente.</i> www.solostockargentina.com.ar</p> | <p>Producto apto para exhibiciones en exteriores de botellas solo de vino. Estas botellas por lo general todas tienen el mismo peso y las mismas dimensiones. Este exhibidor al ser de madera no se puede introducir en el refrigerador para refrigerar botellas de vino blanco o champagne.</p> |  <p><i>Fuente.</i> www.decoracionymuebles.net</p> | <p>Al igual que el botellero anterior, este posee espacio restringido para el almacenamiento de botellas de otras dimensiones y a su vez al ser de madera sería imposible posicionarlo en el refrigerador, ya que la madera absorbe mucha humedad y el producto se puede deteriorar.</p> |
|  <p><i>Fuente.</i> www.decoracionmuebles.net</p> | <p>A pesar de que este organizador es de muy alta manufactura, sería inútil en el momento de ubicarlo dentro del refrigerador, ya que no solo se deteriora, si no, que ocupa mucho espacio.</p> | | |
| Productos en Alambre | | | |
|  <p><i>Fuente.</i> www.dinoxdesign.com</p> | <p>Los productos en alambre tienen la ventaja de que se pueden diseñar en diferentes formas para posicionar, diferentes tamaños de botellas y además su valor económico es relativamente bajo. Por otro lado, al ser productos de alambre pueden llegar a presentar oxidación dentro del refrigerador impidiendo así la</p> |  <p><i>Fuente.</i> www.elmandil.com.mx</p> | <p>A pesar de que la materia prima para realizar este tipo de organizadores es relativamente económica, la mano de obra que cada artículo tiene es algo elevada, ya que las diferentes uniones en soldadura son algo tediosas de trabajar, al igual que los diferentes radios y dobleces que la pieza lleva. Además para que este tipo de alambre se vea presentable y pueda ser exhibido</p> |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>ubicación dentro de la misma ya que puede tener contacto con alimentos, sin embargo, estos productos en la mayoría de las veces son revestidos con pinturas especiales para evitar la oxidación.</p> | | <p>necesita de muchas capas de pintura.</p> |
|  <p><i>Fuente.</i> www.regalohogar.com</p> | <p>Contrariamente este tipo de producto se puede hacer en acero inoxidable si no se piensa en costos, permitiendo así que el organizador se pueda posicionar dentro del refrigerador sin ningún problema. La única limitante es el número de botellas que se pueden almacenar a la vez.</p> | | |
| <p>Productos en Plástico</p> | | | |
|  <p><i>Fuente.</i> www.regalohogar.com</p> | <p>Los productos en plástico tienen ventajas como desventajas. Podríamos decir que son caros siempre y cuando sean pocas unidades de producción, además que algunos de los plásticos no pueden estar en contacto con los alimentos pero otros sí. Algunos plásticos no soportan esfuerzos en frío y otros sí. Según lo anterior, los productos en plástico son uno de los materiales más adecuados para llevar a cabo la labor de ordenador de botellas</p> |  <p><i>Fuente.</i> www.logismarket.es</p> | <p>En este caso podemos encontrar una manera muy útil de hacer una exhibición y a su vez tener un organizador de botellas para diferentes cantidades. Se pueden tener desde 4 hasta 16, o aun más. El único impedimento que tiene este organizador es que no se pueden poner botellas de otros tamaños y es un poco aparatoso para ponerlo dentro del refrigerador.</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | dentro del refrigerador. | | |
|  <p>Fuente. www.redecorando.com</p> | <p>Este tipo de producto a pesar de cumplir con su función de sostener una botella de un rango de dimensión, no cumple con las necesidades generadas para una gama más amplia de refrigeradores, ya que solo se puede posicionar en bandejas de rendijas.</p> | | |
| Productos existentes para solucionar dicho problema | | | |
|  <p>Fuente. www.maxmax.es/WebRot</p> | <p>Bandeja de goma o plástico. Esta bandeja es una de las soluciones más adecuadas para resolver este tipo de problemas de almacenamiento de botellas dentro del refrigerador. Como podemos ver da la posibilidad no solo de apilar una cantidad considerable de botellas si no que también brinda la oportunidad de poner botellas de diferentes tamaños y formas.</p> |  <p>Fuente. www.fridgewatcher.com</p> | <p>En este caso los mismo alimentos dan soporte para que las botellas no se caigan o se resbalen, pero inmediatamente la comida falte, estas botellas van a esta sin soporte y se convertirán en un problema. Esta imagen más que una solución, muestra un problema y como las personas lo solucionan de maneras creativas.</p> |
|  | <p>En este caso podemos ver anaqueles especiales que son diseñados y producidos por las diferentes empresas fabricantes de refrigeradores. Estos anaqueles o soportes para ordenar las</p> | | <p>Otra de la soluciones es utilizar las puertas del refrigerador y los diferentes espacios proporcionados allí para el almacenamiento de dichas botellas. A pesar de que sobra el suficiente</p> |

| | | | |
|---|--|--|---|
|  <p><i>Fuente. Propia.</i></p> | <p>botellas son muy útiles en el momento que se pueden utilizar todos sus compartimientos pero no sería así si solo se cuenta con 2 o 3 botellas, ya que los otros espacios estorbarían o simplemente se dejarían de usar.</p> |  <p><i>Fuente. Propia.</i></p> | <p>espacio para colocar todo tipo de botella, en realidad no se ve agradable y más aun este tipo de sistemas no permite que la botella se encuentre protegida ya que tiene holgura y no está bien sujeta.</p> |
|---|--|--|---|

4.1.1 Conclusiones de los botelleros

- Los botelleros indudablemente son una excelente opción para la organización de botellas en el exterior como en el interior de los refrigeradores, a pesar que en este último no se encuentren muchas alternativas. La principal razón, creo yo, por la cual no se encuentran distintas alternativas para la organización de botellas al interior del refrigerador, es que en el interior del refrigerador se guardan diferentes tipos de botellas con diferentes tipos de forma y peso. Gracias a esto el mercado de los productos de organizadores de botellas, se limitan a trabajar con un solo tipo de botella, lo cual les facilita el diseño de dicho organizador.
- Por otro lado las empresas fabricantes de refrigeradores están en una constante investigación para satisfacer la necesidad de ubicación de las botellas dentro del refrigerador, utilizando productos única y exclusivamente para ese tipo de refrigerador.
- La variedad de materiales que se pueden trabajar al exterior de los refrigeradores es infinita, ya que no tiene que estar en contacto con alimentos y no tiene que soportar bajas temperaturas.
- Por otro lado al ser un producto que se va a trabajar al interior del refrigerador, los materiales a utilizar deben tener la capacidad no solo de soportar bajas

temperaturas al aplicarle esfuerzos, sino también que puedan estar en contacto con los alimentos.

4.2 ESTADO DEL ARTE BOTELLAS

A pesar de que en el mercado se pueden encontrar diferentes tamaños de botellas, no solo de plástico, sino también de vidrios, haremos una generalización de las botellas más conocidas y las diferentes dimensiones que tenemos que tener en cuenta en el momento de diseñar nuestro producto. En una encuesta realizada acerca de qué tipo de botellas son las más usuales en comparar en los supermercados y cuál es su forma de almacenamiento, descubrimos que en primer lugar se encontraba la cerveza y las botellas de gaseosas o jugos, luego las botellas de agua y latas, y por último estaba el vino o vinagre. (Ver Anexo D)

A continuación se expondrán algunos de los tipos de botellas que podemos encontrar en el mercado Colombiano.

Tabla 16. Estado del Arte Botellas

| | | | |
|---|---|--|---|
|  <p>Fuente. www.mironglas.com</p> | <p>Las botellas de vino básicamente se encuentran en dos tamaños, por botella o media. A pesar de que las botellas de vino no ocupan una gran cantidad dentro de las compras de las personas en el hogar, se tomaron también como referencia para el estudio.</p> |  <p>Fuente. www.gastronomiaycia.com</p> | <p>Las botellas de agua se pueden encontrar en diferentes tamaños, sin embargo la mayoría de ellas son en tamaño personal o 600 ml, ya dependiendo de la marca, la forma varía y las características de la botella también.</p> |
|  <p>Fuente. 1.bp.blogspot.com</p> | <p>Las botellas de cerveza según la encuesta realizada³⁰ son una de las más encontradas en los hogares de personas entre los 25 y 35 años de edad y a pesar de sus diferentes dimensiones en Colombia se pueden encontrar botellas de características muy similares.</p> |  <p>Fuente. 2.bp.blogspot.com</p> | <p>Este tipo de botellas de PET, son las más comunes encontradas en todo tipo de refrigeradores. Se pueden encontrar en diferentes tamaños y presentaciones, dependiendo de su contenido y modo de uso del mismo. Para un análisis general tomaremos como base las botellas de Coca-Cola y las de jugo de varios tamaños.</p> |

³⁰ ENCUESTA. Ver Anexo D.

4.2.1 Dimensiones generales

Tabla 17. Dimensiones generales Botellas

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | <p>Botellas de agua en general:</p> <p>Altura: 25 cm.</p> <p>Diámetro: 6.5 cm.</p> <p>Peso botella llena: 600 gr.</p> |  | <p>Botellas de vino en general:</p> <p>Altura: 33 cm.</p> <p>Diámetro: 7,4 cm.</p> <p>Peso botella llena: 590 gr.</p> |
|  | <p>Botellas de cerveza en general:</p> <p>Altura: 23 cm.</p> <p>Diámetro: 7.4 cm.</p> <p>Peso botella llena: 450 gr.</p> |  | <p>Botellas de jugo grande:</p> <p>Altura: 33 cm.</p> <p>Diámetro: 10.5 cm.</p> <p>Peso botella llena: 2 kg.</p> |
|  | <p>Botellas de Coca-Cola grande:</p> <p>Altura: 36 cm.</p> <p>Diámetro: 11 cm.</p> <p>Peso botella llena: 2 - 1/2 kg.</p> | | |

4.2.2 Conclusiones botellas

- A pesar de que todas las botellas tienen diferentes alturas, diámetros y pesos diferentes, estas poseen una característica particular que es su geometría. La geometría de la mayoría de las botellas y los envases del mercado tiende a ser cilíndrico en el cuerpo y cónico o en forma de embudo en la salida del líquido o

en la tapa. Estas cualidades son las que se deben de trabajar para tener así una referencia geométrica para diseñar el organizador.

- Entre las botellas más grandes que podemos encontrar en el mercado colombiano, está la gaseosa 3 litros. Esta sería la base de la botella más grande que se tomará para dicho diseño.
- De la botella de gaseosa, a menores tamaños, encontramos la botella de jugo, que se encuentra en presentación de 2 litros y su geometría no varía mucho, sino que por el contrario es muy cilíndrica y sin curvas.
- También esta las botellas de vino. Estas botellas por lo general son iguales, de forma cilíndrica plana, con una ventaja sobre las demás; son de vidrio y por consiguiente son más rígidas y resistentes.
- De igual manera encontramos las botellas de cerveza, las cuales son en su mayoría de vidrio y poseen formas similares.
- Por último están las botellas de agua, las cuales son de plástico y su ventaja principal es que son livianas y fáciles de organizar.

4.3 ESTADO DEL ARTE REFRIGERADORES

No solo en Colombia, sino también en todo el mundo podemos encontrar refrigeradores de muchos estilos y con dimensiones muy variables, es por esto que este trabajo está enfocado en refrigeradores de una o dos puertas de 241 litros en adelante.

A continuación veremos las dimensiones generales de algunos refrigeradores y las características fundamentales de los mismos.

Tabla 18. Estado del Arte Refrigeradores

| | | | |
|--|---|--|---|
|  | <p><u>Medidas externas:</u> Alto 181cm Ancho 94.2cm Profundo 73,5cm Litros 541 L</p> <p><u>Medidas bandejas:</u> Frente 57cm Fondo 45cm</p> |  | <p><u>Medas exteriores:</u> Alto 179cm Ancho 90cm Profundo 73.5cm Litros 541 L</p> <p><u>Medidas bandejas:</u> Frente 55cm Fondo 43cm</p> |
|  | <p><u>Medidas exteriores:</u> Alto 168.5cm Ancho 83.5cm Profundo 76cm Litros 605 L</p> <p><u>Medidas bandejas:</u> Frente 63cm Fondo 43cm</p> |  | <p><u>Medidas exteriores:</u> Alto 172cm Ancho 72cm Profundo 74.5cm Litros 249 L</p> <p><u>Medidas bandejas:</u> Frente 65cm Fondo 45cm</p> |
| <p>Fuente imágenes. http://www.haceb.com</p> | | | |

4.3.1 Conclusiones de Refrigeradores

- Lo que se puede ver en el mercado actual de los refrigerados, es algo muy común, ya que por lo general todos los fabricantes de refrigeradores siguen un estándar o un movimiento igual en el diseño.
- En los diferentes tipos de refrigeradores estudiados se encontró que su principal característica en similitud es que utilizan bandejas en acrílico cristal o plástico, esto con el fin de evitar derrame de líquidos a bandejas inferiores, posicionamiento de una mayor cantidad de alimentos, visibilidad a las otras bandejas, entre otras.
- Otra de las características generales que podemos encontrar en los refrigeradores en Colombia es el comienzo de la incorporación de soportes para las botellas, a pesar de que solo sea en refrigeradores de alta gama y no en los más pequeños.
- Estos organizadores o soportes que ya vienen con los refrigeradores son hechos a medida por el fabricante y son únicos para su tipo.
- En el estudio de los diferentes refrigeradores se pudo evidenciar el espacio generado por las mismas para almacenar alimentos y bebidas. Los tamaños de bandeja estudiados varían entre 55 x 43 cm y la más grande de 65 x 45 cm. Estas medidas nos dan una base de estudio para saber con qué espacio se cuanta y qué cantidad de botellas se pueden almacenar.

Figura 18. Disposición de botellas en el refrigerador



5. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

5.1 ENCUESTAS USUARIOS

Esta encuesta fue realizada a personas entre 30 y 40 años de edad, de los estratos 4, 5 y 6 de la ciudad de Medellín. La encuesta está enfocada a los diferentes líquidos que consumen y las diferentes alternativas que conocen para el almacenamiento de botellas dentro del refrigerador.

Diseño de la encuesta (Ver Anexo D).

5.1.1 Resultados

(Ver Anexo D).

5.1.2 Conclusiones encuestas

- Se concluyo que el tipo de botella que más se guarda en los refrigeradores es la de gaseosas en general y cervezas, luego el agua, las latas de gaseosa, jugos y por ultimo vino entre otros.
- La cantidad de botellas que las personas almacenan en los refrigeradores es alrededor de 3 y 2 indiferente si son botellas de gaseosa, agua, cerveza, etc. En cuanto a las botellas de vino se concluyo, que estas no se refrigeran constantemente, si no en ocasiones especiales o en épocas especiales.
- La mayoría de las personas encuestadas dijo que la forma de almacenar las botellas es paradas, ya que estas al ponerlas acostadas se resbalan y se riegan.
- También se observo que la mayoría de las personas no ponen botellas fuera del refrigerador, para exhibir o almacenar, ya que les resulta incomodo e

innecesario. Las personas prefieren comprar los líquidos en la medida que estos se van acabando.

- Se evidenció que las personas no conocen productos en el mercado que solucionen este tipo de problemas de almacenar y distribuir botellas al interior del refrigerador. También dicen que si existiera un producto para satisfacer esta necesidad, lo compraría.

5.2 ARTICULO PERIODICO

Este artículo fue sacado del periódico “Portafolio fin de semana”, del 6 y 7 de marzo del 2010.

El título del artículo es, “En busca de un refrigerador más ordenado”. (Ver Anexo E)

5.2.1 Conclusiones artículo

- A medida que la tecnología avanza, los precios disminuyen y las necesidades se hacen cada vez mayores, las empresas como Whirlpool toman parte en la historia y hacen provecho de todo aquello para solucionar una serie de dificultades expuestas por los consumidores³¹.
- Además teniendo en cuenta las características de usuario, estilo de vida, pasatiempos, tiempos ociosos, entre otros, definen como va a ser el producto y lo adaptan a lo anteriormente mencionado
- Una campaña de sensibilización, acompañamiento y comunicación de cómo es el producto y como se usa es una de las maneras más efectivas y exitosas de presentar el producto al usuario y darlo a entender, sin embargo hay puntos de

³¹ ANJALI ATHAVALEY. En busca de un refrigerador más ordenado. En: Portafolio fin de semana: Bogotá: Casa Editorial El Tiempo, 7 de marzo de 2010. p. 11.

vista que definitivamente son difíciles de cambiar y pensamiento difíciles de borrar.

- Una ubicación adecuada de guías para el usuario, señales visuales o simplemente fotos de los productos a refrigerar evitan en muchas ocasiones manuales de usuario extensos y de difícil comprensión.

6. DISEÑO DE UN ORGANIZADOR DE BOTELLAS

Habiendo esclarecido dudas generales mediante la etapa de investigación previa, se pasa ahora al proceso de diseño del nuevo sistema organización de botellas para ubicar dentro del refrigerador.

Teniendo en cuenta los estudios previos se pasara a hacer un PDS definitivo con las características finales que se deben tener en cuenta en el producto, continuaremos con la etapa de formalización de la idea, seleccionando un referente y presentando algunas alternativas iniciales, luego se evaluarán estas alternativas vs el PDS y posteriormente se escogerá la alternativa final. Sobre esta última alternativa se realizara su respectiva modelación a detalle y pruebas CAE (Análisis de elementos finitos).

Finalmente se generará el modelo funcional en algún material sustituto, para posteriormente hacer su validación.

6.1 BRIEF

En este momento se procede a hacer un repaso de lo que es el proyecto, buscando orientar el trabajo a alcanzar el objetivo propuesto. Para esto se elabora el Brief, que por medio de la definición de los antecedentes, la justificación, el objetivo general, objetivos específicos del proyecto y el tiempo, se establece un objetivo claro y preciso del proyecto. (Ver Anexo B)

6.2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO (PDS) DEL DISEÑO CONSTRUCTIVO

En la siguiente tabla se muestran las diferentes Especificaciones de Diseño de Producto que se deben tener en cuenta en el momento de diseñar el organizador de botellas.

Tabla 19. PDS

| Elemento | Deseo | Demanda | Requerimiento |
|------------------|--|---|--|
| Seguridad | Que sea resistente a diferentes cargas. | Que resista cargas de botellas de 3 litros. | Debe tener el soporte estructural para resistir el peso de una botella de 3 litros aproximadamente. |
| | | Que resista cargas de al menos 4 botellas de 3 litros. | Debe tener el soporte estructural para resistir el peso de unas 4 botellas de 3 litros, lo que es 12 kg. |
| | Que posea aristas redondeadas. | Que sus acabados superficiales no posean aristas. | Un producto que debe estar en contacto constante con las personas no debe tener aristas cortantes. Radios mayores a 2mm. |
| | | Que los parámetros de la maquina y del molde sean adecuados para que no se generen rebabas. | Fuerza de cierre del molde, presión de inyección, viscosidad del material adecuado para evitar rebabas y así mismo material desperdiciado. |
| | Que pueda estar en contacto con los alimentos. | Que su material no sufra cambios al variar la temperatura. | No debe presentar sudoración a bajas temperaturas. Temperaturas menores a 3°C. |
| | | Que pueda estar en contacto con los alimentos tanto dentro como fuera del refrigerador. | Los compuestos naturales o químicos de los alimentos no deterioren el producto. |
| | Que posea aditivo retardantes de llama. | Al estar alrededor de productos eléctricos debe poseer aditivos | Debe poseer el material al menos un 3% sobre su peso total de aditivo retardante de llama. |

| | | | |
|----------------------|--|---|---|
| | | anticombustibles. | |
| Estética | Posee formas, colores, texturas, acordes al perfil del usuario. | Que se pueda dar diferentes tonalidades para que abarque una gama más amplia de usuarios. | Diferentes gamas de aditivos de colores para el tipo de plástico a trabajar. |
| | Que los sistemas de unión sean estéticos. | | Los elementos de unión entre las diferentes partes deben permitir el ensamble en múltiples ángulos. |
| | Que se pueda exhibir de una manera adecuada dentro del refrigerador. | Que el organizador tenga formas, colores, distribución adecuada y óptima para posicionarlo y exhibirlo dentro del refrigerador. | Las piezas deben tener formas óptimas y colores acordes al usuario final. |
| Mantenimiento | Que necesite poco mantenimiento. | Posee materiales adecuado para su limpieza con agua o con jabones. | El mantenimiento no debe requerir de insumos especiales. Jabón liquido o barra. |
| | Que el mantenimiento sea fácil de hacer. | Que no sea más difícil de lavar que un escurridor de platos. | El mantenimiento no debe requerir de habilidades especiales. |
| Desempeño | Buena comunicación producto usuario. | Que posea señales indicativas. | Diseñar el elemento de tal manera que se puedan anexar señales indicativas que puedan hacer más fácil su uso. |
| | | Que posea manual de instrucciones para saber que variables se pueden tener. | Manual del usuario el cual permita estudiar las diferentes posibilidades de armado del producto. |
| | Que se adapte a diferentes escenarios. | Que se fácil de armar para cualquier dimensión de botella o refrigerador. | El producto puede organizar diferentes botellas con diferentes tamaños en la misma estructura. Botellas que varíen desde 6.5 a 11 cm de diámetro. |

| | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| | | Que sea fácil de armar para cualquier escenario de refrigerador. | El producto toma diferentes formas de tal manera que se adapte a espacios pequeños o grandes. |
| | Que resista a temperaturas variables. | Que posea materiales resistentes a altas y bajas temperaturas. | Este material no puede ser expuesto a esfuerzos grandes fuera del rango de trabajo del - 30°C y 60 °C. |
| Medio Ambiente | Que sea sostenible. | Que se lleve a cabo con ABS reciclados, provenientes de la basura electrónica. | El producto final debe realizarse en un 100% de material reciclado. |
| | | Que se requiera de poca energía para su fabricación. | Utilizar solo la cantidad de material necesario para lograr la resistencia estructural deseada. |
| | | | Las temperaturas de trabajo del ABS se encuentran por debajo de los 250 °C. |
| Costo | Que sea competitivo en costos frente a otros productos que cumplan las mismas condiciones. | Que se utilice materia prima de bajo costo. | Utilizar materia prima reciclada de las pantallas de los computadores. |

6.3 MOOD BOARDS

6.3.1 Estilo de Vida

Este board presenta a usuarios directos e indirectos, utilizando productos acordes al entorno que los rodea.

Figura 19. Board Estilo de Vida



6.3.2 Emoción

Este board define la emoción que el producto evocará, como práctico por medio de imágenes que no incluyan al usuario ni al producto.

Figura 20. Board Emoción



6.3.3 Tema Visual

Este board muestra los objetos que rodean al usuario y representa su estilo de vida. De esta manera el nuevo producto toma aspectos formales de ellos.

Figura 21. Board Tema Visual



6.4 ALFABETO VISUAL

Se continúa el análisis formal a través del alfabeto visual donde se escogió un referente formal tomado del board emoción (Ver Figura 20), donde se extraen las formas, colores y texturas que debe llevar el producto. Éste método es la guía para la generación de alternativas, ya que condiciona las formas a un referente formal.

6.4.1 Referente Formal

El referente formal debe ser acorde a la emoción generada por los board, por lo cual se eligió el producto Segway (Ver Figura 22), como emoción “Práctico”. El cual transmite ese sentimiento de practicidad, no solo en sus formas, sino también en su función.

El Segway “Personal Transporter” (Segway PT - transportador personal) es un vehículo de transporte ligero giroscópico eléctrico de dos ruedas, con auto-balanceo controlado por ordenador, inventado por Dean Kamen y presentado en diciembre de 2001. Es producido por la compañía Segway Inc., con sede en Bedford, Nuevo Hampshire.

El Segway es el primer dispositivo de transporte con auto balanceado. El ordenador y los motores situados en la base mantienen la base del Segway horizontal todo el tiempo. El usuario se debe inclinar hacia la dirección que quiera tomar (delante, detrás, derecha o izquierda). El motor es eléctrico y silencioso, alcanzando los 20 km/h (15 km/h en los P-series).

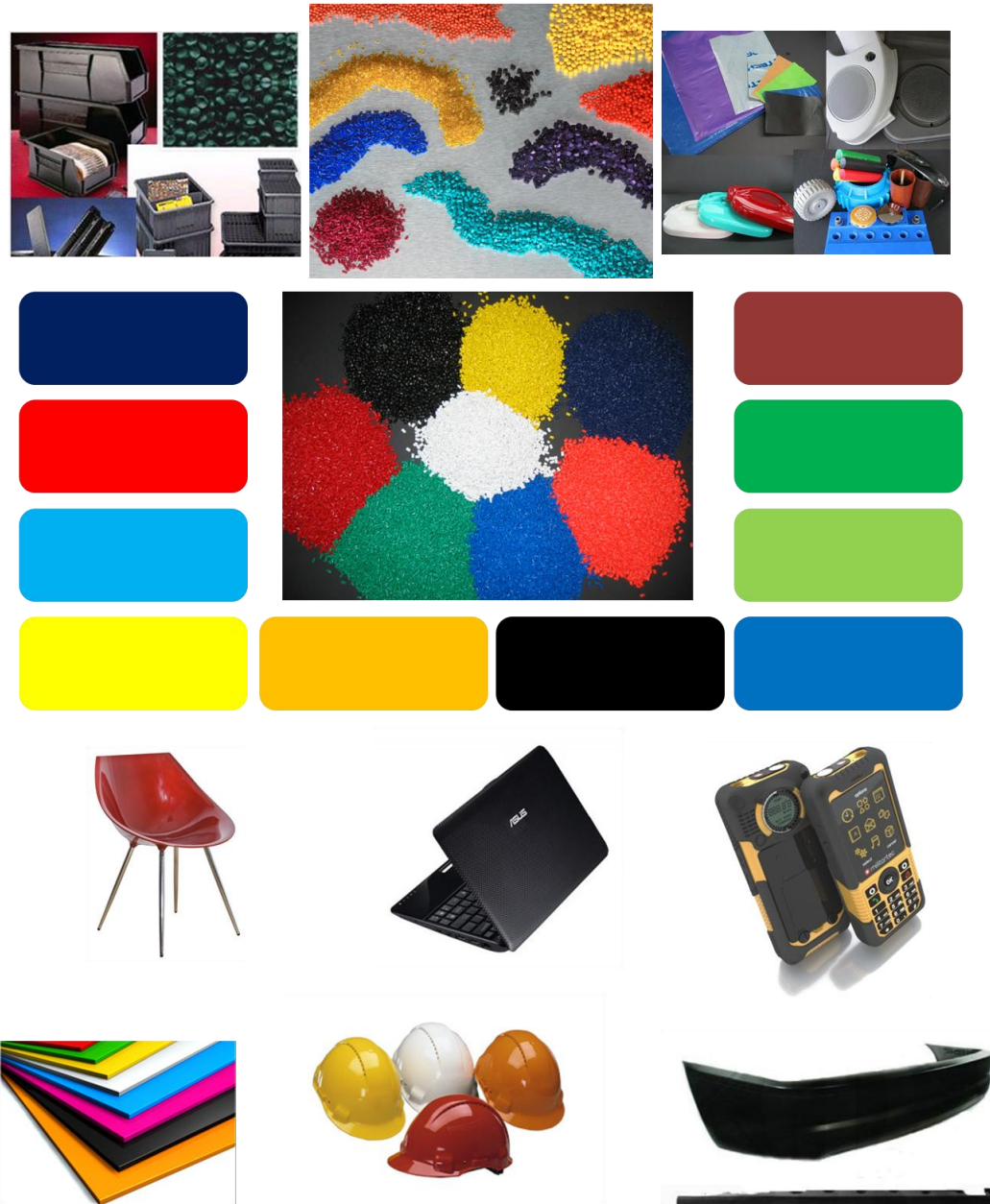
Figura 22. Referente Formal



6.4.2 Colores y Texturas

Los colores y texturas van acorde a las características de ABS y a las tonalidades permitidas por el mismo. A continuación se mostraran las diferentes cargas de color más comunes.

Figura 23. Colores y texturas



6.4.3 Formas del referente formal

A partir del referente formal se dibujaron las formas más representativas del referente formal.

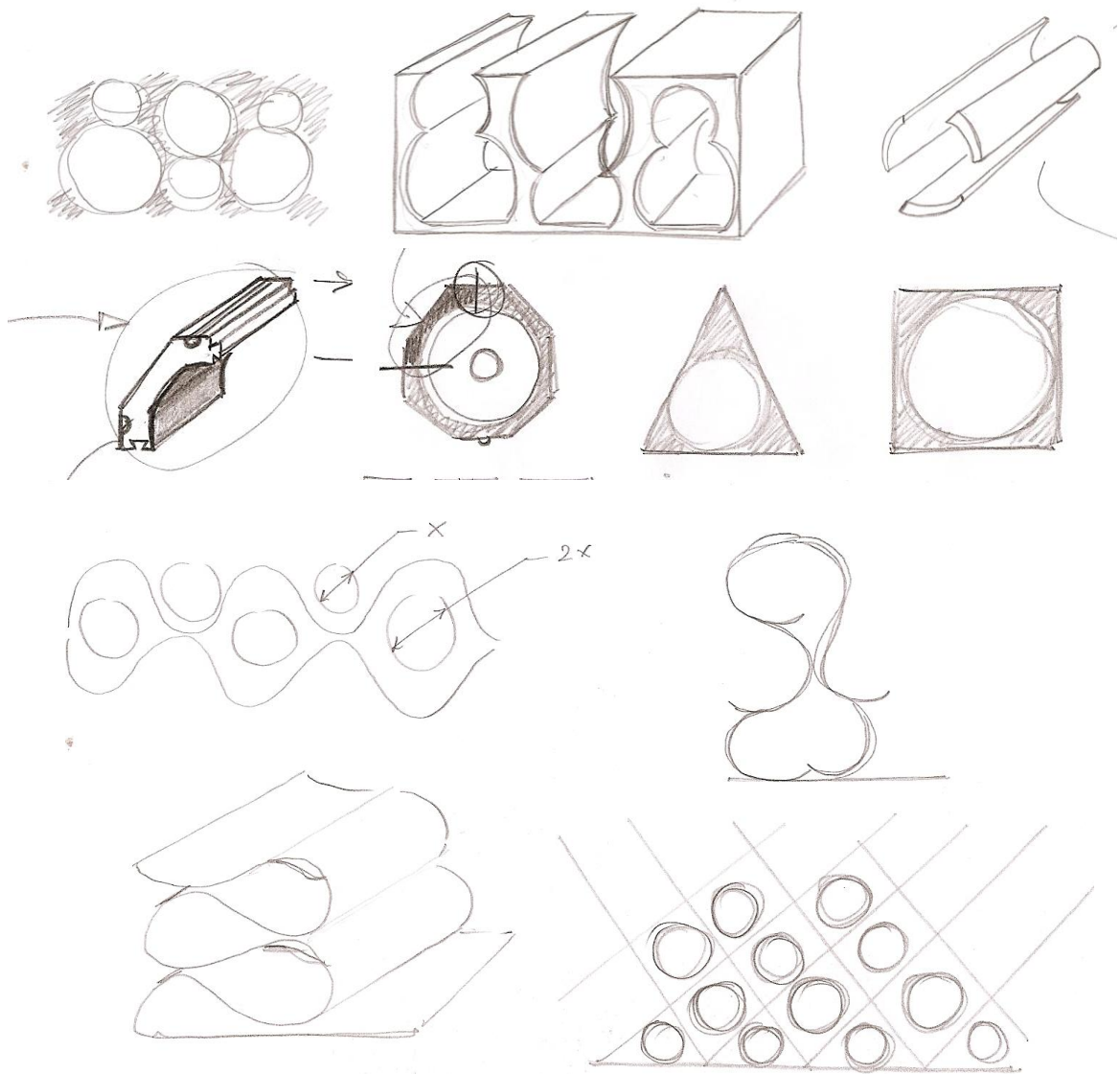
Figura 24. Formas del referente



6.4.4 Exploración formal

De aquí la obtención de nuevas formas posibles que van desde lo literal de las formas hasta lo abstracto del referente formal. Aplicando los diferentes principios de diseño como la unidad, variedad, balance, contraste, etc., se refinaran las formas y se llegara a una alternativa adecuada.

Figura 25. Exploración Formal



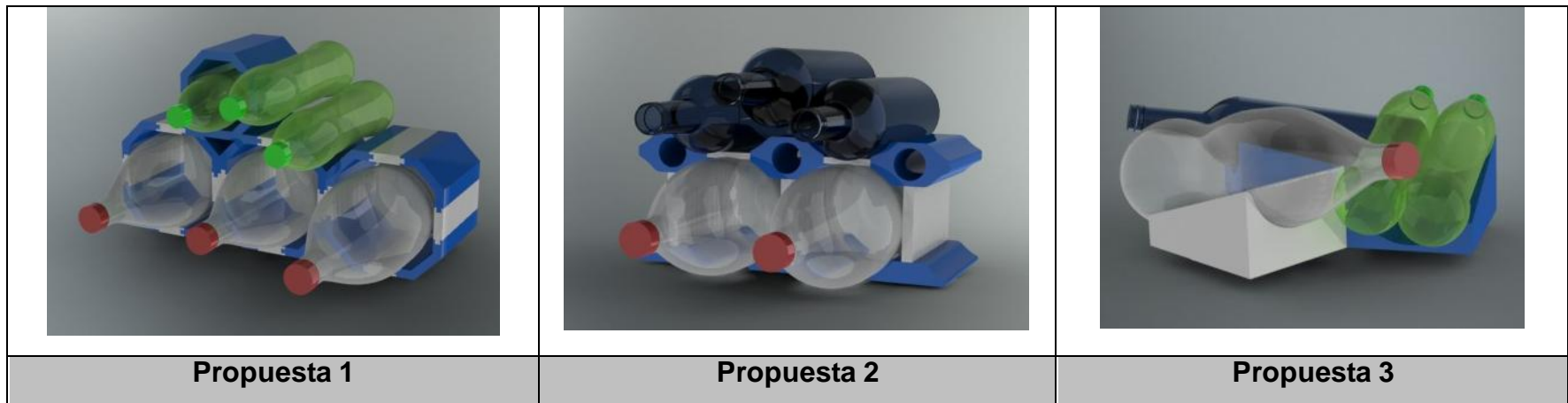
6.5 ALTERNATIVAS INICIALES

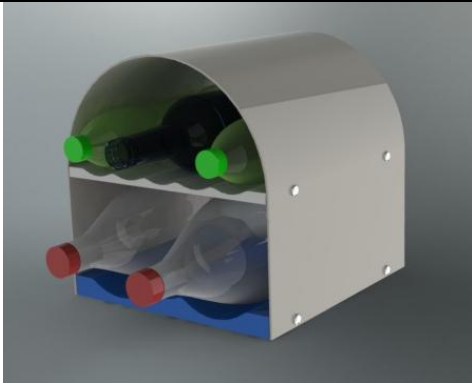
En las alternativas iniciales mostraremos una serie de alternativas a desarrollar después de la investigación previa, de las cuales se elegirá la que cumpla con los diferentes deseos y demandas del PDS. (Ver Desarrollo Alternativas Anexo F).

A continuación, se ilustra las 8 propuestas de diseño para un organizador de botellas. Para la generación de las alternativas se tuvieron en cuenta los requerimientos del PDS (Ver Anexo C) y los aspectos formales mencionados anteriormente.

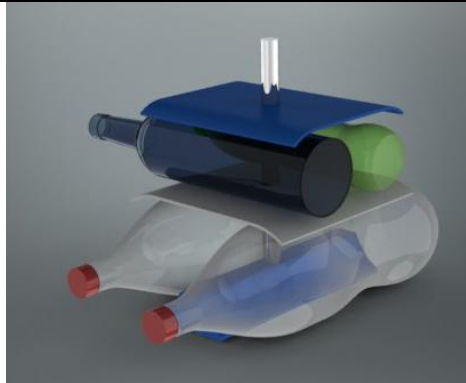
6.5.1 Propuestas

Figura 26. Propuestas

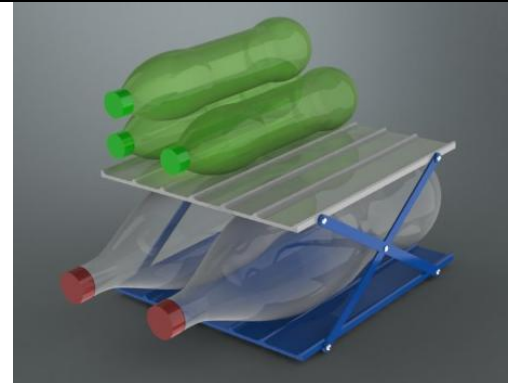




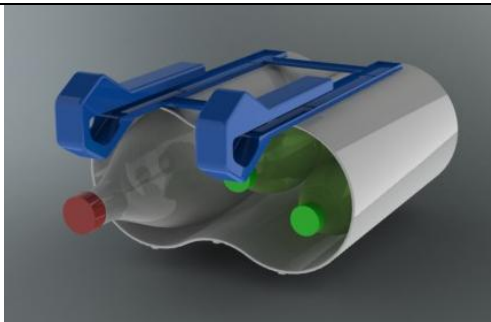
Propuesta 4



Propuesta 5



Propuesta 6



Propuesta 7

6.5.2 Descripción de alternativa

- Propuesta 1: Diseño de un sistema de unión tipo “LEGO”, ajuste por interfaz, adhesivo, soldadura y similares, que permita armar diferentes formas para soportar y organizar diferentes tamaños de botellas (menos de 3 piezas).
- Propuesta 2: Desarrollo de un organizador que no posea más de tres piezas diferentes y que se puedan apilar de diferentes maneras para organizar las botellas a gusto propio.
- Propuesta 3: Desarrollo de estructura prefabricada, que permita el ensamble de la estructura total en el refrigerador o fuera de él.
- Propuesta 4: Desarrollo de estructuras solidas fijas en plástico ABS reciclado, que permita la organización de las botellas de una manera predeterminada.
- Propuesta 5: Desarrollo de alternativa que utilice elementos fijos como barras o bigas y sistemas de unión estándares.
- Propuesta 6: Desarrollo de alternativa, basándose en la geometría de la botella para generar la posibilidad de apilar las demás.
- Propuesta 7: Desarrollo de un sistema tipo cercha, que permita el ensamble entre las uniones, dando la posibilidad de apilar diferentes botellas.
- Propuesta 8: Desarrollo de un sistema de soporte colgante, que permita la organización de hasta 3 botellas, utilizando la bandeja del refrigerador como soporte.

6.5.3 Evaluación de alternativas

Las anteriores alternativas fueron evaluadas según las demandas más significativas del PDS.

Tabla 20. Evaluación de alternativas iniciales

| Demanda | Importancia (de 1 a 5) | Alternativa de Diseño | | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Que el armado sea fácil de realizar. | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| Que el armado sea rápido. | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| Que pese poco. | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 |
| Que permita la configuración de estructuras con diferentes geometrías. | 5 | 5 | 4 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 |
| Que utilice recursos reciclados en un 100%. | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| Que requiera de poca energía para su fabricación. | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| Que las uniones de ensamble sean estéticas. | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Que tenga la posibilidad de organizar diferentes tipos de botellas. | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Que soporte mínimo 3 botellas y máximo 5. | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| Que se pueda posicionar fácilmente al interior del refrigerador. | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Que sea fácil de lavar. | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| Que sea factible de realizar. | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Que no cueste mucho. | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| Que los procesos productivos no sean costosos. | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5 |
| Resultado: | | 54 | 52 | 47 | 46 | 50 | 52 | 51 |

Alternativas de diseño evaluadas:

- Diseño con sistema de unión que permita armar diferentes formas (menos de 3 piezas).
- Diseño con sistema de unión que permita armar diferentes formas (hasta 3 piezas).
- Desarrollo de una estructura prefabricada.

- Desarrollo de estructuras solidas fijas en plástico ABS reciclado.
- Desarrollo de alternativa que utilice elementos fijos como barras o bigas y sistemas de unión estándares.
- Desarrollo de alternativa utilizando la geometría de las botellas para apilarlas.
- Desarrollo de un sistema tipo cercha.
- Desarrollo de un sistema de soporte colgante.

6.6 ALTERNATIVA A DESARROLLAR

Según la evaluación anterior, se llego a la conclusión que la mejor alternativa a trabajar es:

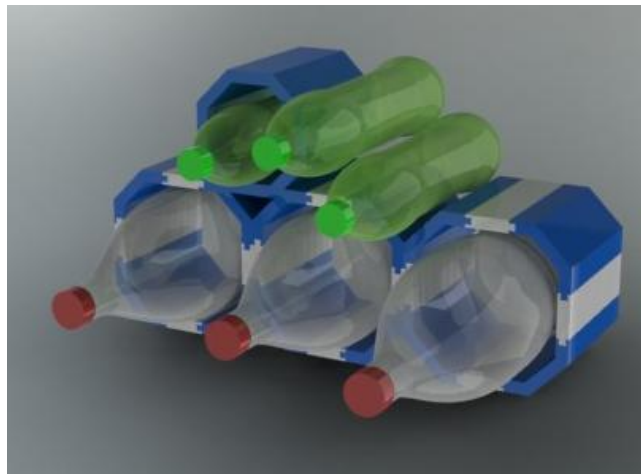
- Diseño de un sistema de unión tipo “LEGO”, que permita armar diferentes formas para soportar y organizar diferentes tamaños de botellas (no más de 3 piezas).

Esta alternativa fue seleccionada, ya que no solo cumple con los requerimientos de diseño, sino que además desempeña un papel muy importante dentro del refrigerador.

Al ser la alternativa seleccionada de geometría octogonal, optimiza mucho espacio dentro del refrigerador, ya que permite diferentes formas de posicionamiento y además posibilita utilizar el espacio sobrante para poner otros productos del mercado. Esta geometría octogonal no sólo optimiza espacio dentro del refrigerador, sino también al interior de los compartimientos, ya que la mayoría de las botellas de consumo de líquidos son cilíndricas, lo que hace que la geometría del organizador optimice al máximo los espacios y de un soporte firme para que las botellas no se deslicen.

El diseño de los ajustes se basa en uniones por interferencia o deslizantes, los cuales se fabrican en el momento mismo de la inyección de la pieza.

Figura 27. Concepto final



6.6.1 Evolución de la Alternativa

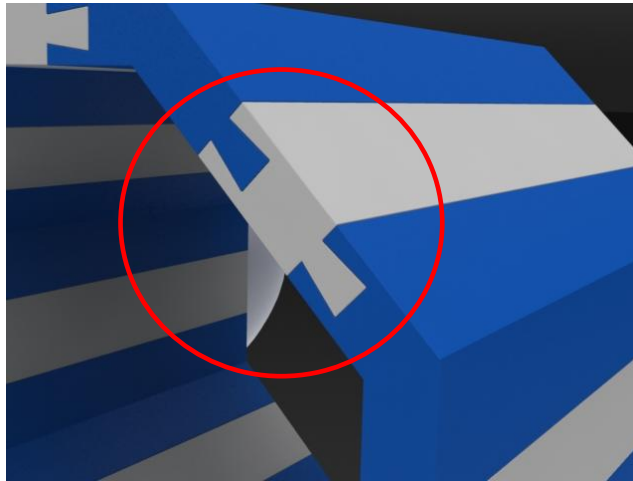
Sistema de sujeción.

La posibilidad que nos da el proceso de inyección para diseñar los sistemas de sujeción es bastante amplia, ya que en el momento mismo de la realización de la pieza se hacen las diferentes geometrías necesarias para poder que las piezas sean apilables, ensamblables, ajustables, etc. Se tienen en cuenta los ajustes dimensionales y las contracciones del plástico en el momento de enfriamiento dentro del molde.

Ajuste deslizante a presión.

Este ajuste nos permite asegurar una estructura con la otra de manera que la estructura completa se pueda levantar y así dar la posibilidad de sacar todas las botellas del refrigerador a la vez. Este tipo de sujeción consta de un macho y una hembra, el macho en forma de triangulo positivo y la hembra en forma de triangulo negativo. (Ver Figura 28)

Figura 28. Ajuste deslizante triangular

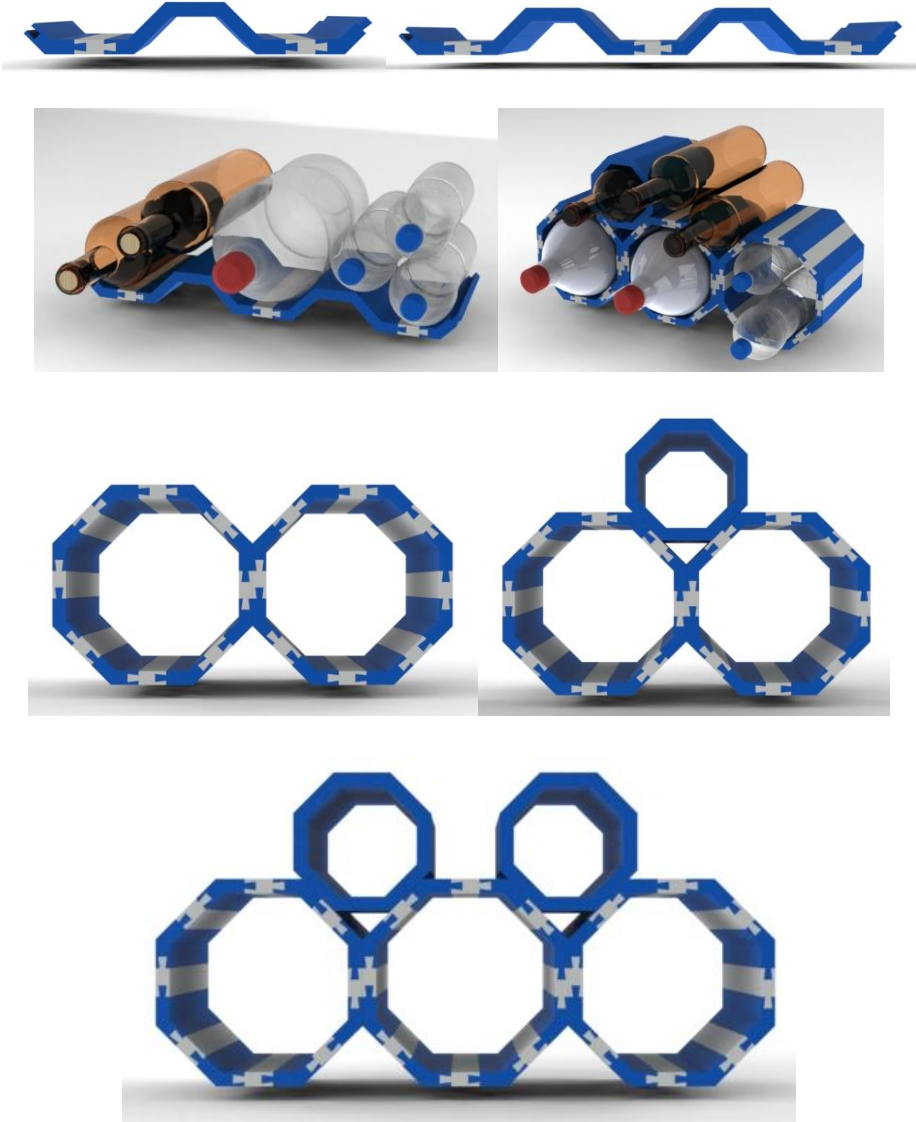


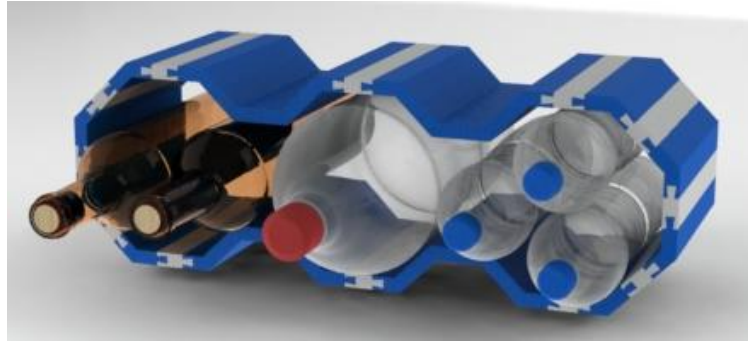
6.6.2 Formas de organización

La geometría da la posibilidad de organizar las botellas de formas variadas. Esta geometría nos permite no solo maximizar el espacio utilizado de la botella, si no también hacer que las otras botellas estén en perfecto orden y además que la estructura se sostenga en caso de que se quiera sacar la botella del refrigerador y volver a ingresarla.

En la siguiente figura se pueden ver las diferentes formas de organización que pueden llegar a tener las botellas dentro del refrigerador.

Figura 29. Formas de organización





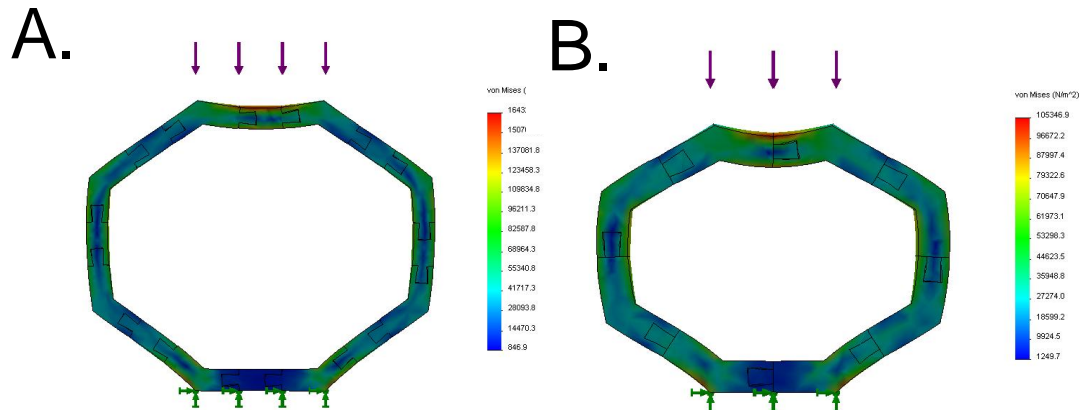
6.6.3 Análisis de elementos finitos inicial

El concepto a desarrollar toma forma y desarrollo final. Este concepto al ser de plástico y estar sometido a cargas constantes, debe ser sometido a un análisis de elementos finitos, el cual nos arrojará los resultados necesarios para tomar una decisión en cuanto a venas de refuerzo u otros elementos para lograr las características deseadas de resistencia y optimización de material.

Se realizó un análisis de elementos finitos mediante el software CAE (Computer-aided Engineering) CosmosWorks y CosmosXpress.

Del análisis de las piezas A y B (Ver Figura 30), se obtuvo que se necesita aproximadamente 3 Kg en el área superior para llegar a una deformación de aproximadamente 0.03 mm. Para un peso total de 12 kg lo que equivale a 4 botellas de 3 litros, solo se desplaza 0.2 mm.

Figura 30. Esfuerzos vonMises, Análisis inicial



6.6.4 Conclusiones evolución de la alternativa

- Se concluyó entonces que la geometría de la pieza da la resistencia suficiente para soportar el peso de las botellas más pesadas que se pueden conseguir en el mercado.
- Las botellas de 2 ½ litros pesan aproximadamente 2 kg, pero de igual forma se pueden conseguir de 3 Kg y hasta de 3.5 Kg, esto sumado a un máximo de 3 botellas para apilar en el organizador daría un total de 10.5 kg, lo que generaría una deformación aproximada de 0,15 mm.
- Sin embargo, según los resultados de análisis de elementos finitos se llegó a la conclusión que se debe incrementar el grosor de la pieza para que no solo brinde más resistencia al peso, sino también, para que sea de más fácil manufactura.
- La concentración de esfuerzos en las aristas fue otra de las razones fundamentales para aumentar el grosor de la pieza y atenuar las aristas de la misma.
- Además se concluyó que se puede hacer la misma estructura utilizando un número menor de piezas, optimizando así el producto y cumpliendo con los parámetros del PDS.

- Se concluyo que a mayor cantidad de piezas, más numero de uniones y más posibilidades de falla. Lo que nos lleva a desarrollar las mismas geometrías con un número menor de piezas, de esta manera se facilita el trabajo de armado, lavado y compra por parte del usuario final.

6.7 REFINAMIENTO

El concepto final tomado del desarrollo de las etapas anteriores, toma forma, para mostrar la distribución final de las piezas, las diferentes formas de organización y un nuevo análisis de elementos finitos.

6.7.1 Diseño de detalle

Considerando las conclusiones anteriores, se diseñó la pieza final, incrementando los espesores para mayor resistencia y para lograr una manufactura cómoda y fácil producción, redefiniendo la geometría para optimizar espacios y garantizar un número menor de fichas lo cual reduce las posibilidades de falla. Ver planos finales en el Anexo H.

Figura 31. Diseño final de la pieza

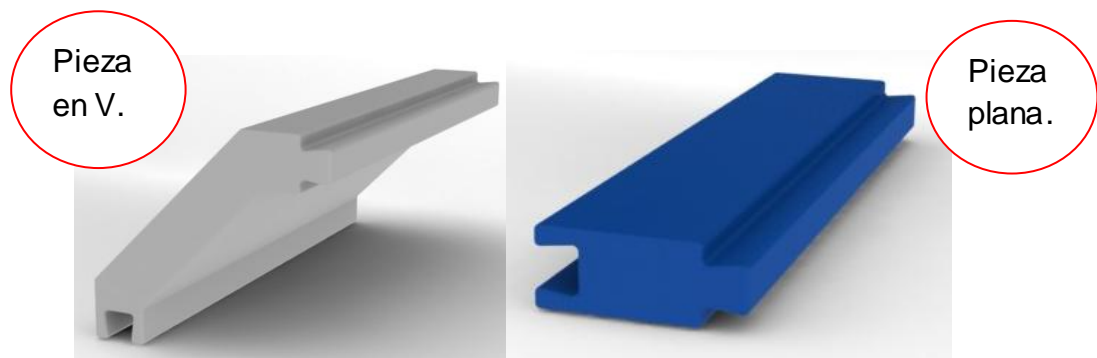
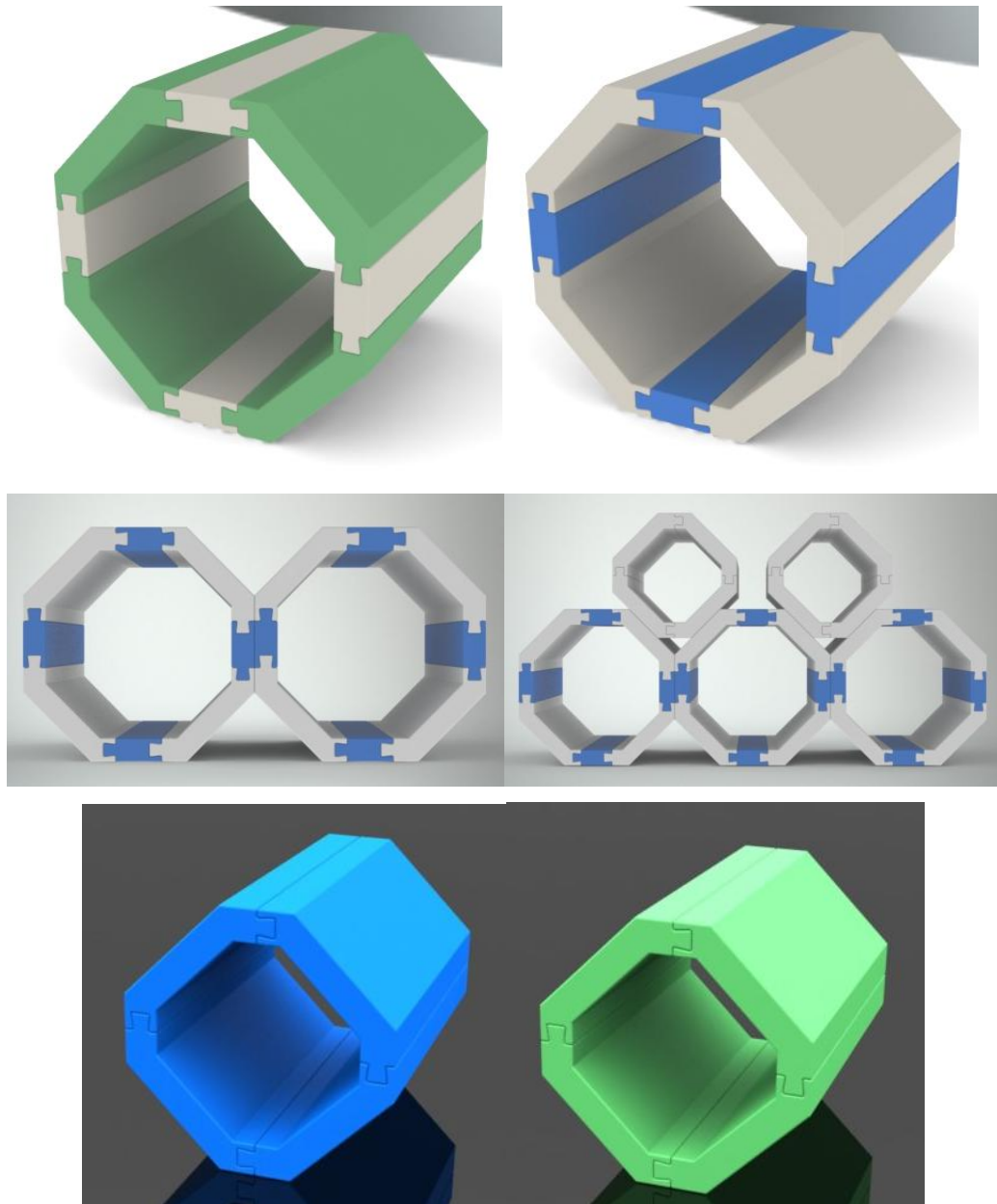


Figura 32. Formas de organización

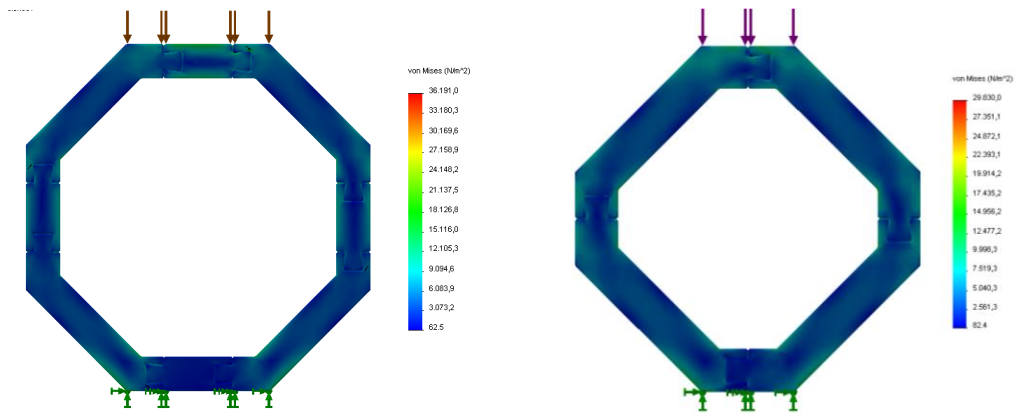


6.7.2 Análisis de elementos finitos final

Se realiza entonces un nuevo análisis de elementos finitos con la pieza refinada y los parámetros establecidos.

En el Anexo G se incluye el informe completo del análisis CAE de las diferentes piezas.

Figura 33. Esfuerzos vonMises, Analisis Final



7. MATERIALIZACIÓN DEL PROTOTIPO

A continuación se muestran los procesos de construcción del modelo, desde su modelación, hasta la materialización de pieza final en ABS reciclado.

7.1 PROTOTIPADO RÁPIDO

Se modeló las piezas en un software de modelación 3D y se exportaron como archivo stl, para la lectura en la máquina de prototipado rápido de la Universidad EAFIT.

Pasos

Se modela la pieza.

Se exporta en formato stl.

Se imprime en prototipado.

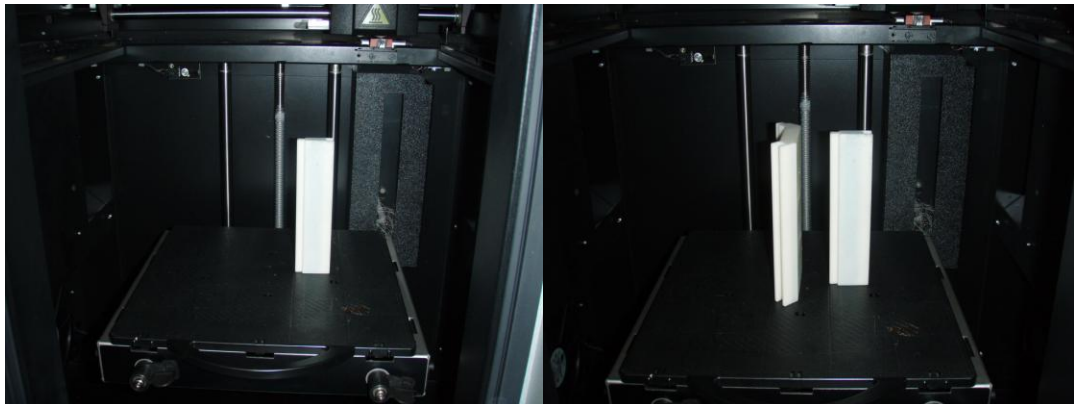
Características del proceso

Tiempo total de fabricación: 6 horas 45 minutos.

Material utilizado: ABS.

Color: Marfil.

Figura 34. Construcción de las piezas por prototipado rápido.





7.2 REALIZACIÓN DE MOLDE DE VACIADO

A continuación se enumeraran y explicaran los diferentes pasos llevados a cabo en el proceso de fabricación del molde.

Tabla 21 . Proceso de fabricación del molde de vaciado

| | |
|--|--|
| <p>Se posiciona la pieza de prototipado en una tabla y se recubre con plastilina la mitad de la pieza, para hacer las líneas de partición para el molde futuro.</p> <p>Se recubre el modelo con plástico vinilpel, para posteriormente ponerle encima una cama de plastilina y armar el cajón.</p> | A photograph showing a 3D printed part on a table covered with plastic wrap. A roll of clay is visible next to the part. |
|--|--|

Se pone la cama de plastilina para que el yeso que se va a vaciar posteriormente no ingrese en el modelo. Y se pueda hacer el vaciado de la silicona posteriormente.



Se hace el cajón de madera, sellado con silicona, para vaciar el yeso escayola y hacer la primera mitad del molde.



Se desmolda la primera mitad y se saca la pieza. Se posiciona la pieza nuevamente dentro de la cavidad negativa que está sujeta al yeso y se recubre con otra cama de plastilina, sellando los agujeros para que la otra mitad del yeso que se pieza verter no se introduzca en la cavidad principal.



Se posiciona nuevamente el primer contra-molde en el cajón de madera y se vacía la otra mitad del contra-molde en yeso.

Se abre el molde y se saca la plastilina excedente, para así verter la silicona, que es la que me va a tomar las características finales de la pieza a realizar.



Se abre el molde y se saca la pieza original, la cual sirvió de base para hacer la cavidad negativa de la misma.

Por último se cierra el molde con la cavidad vacía para verter la resina (Ver Anexo M). Se espera el fraguado por 24 horas.



8. PRUEBAS

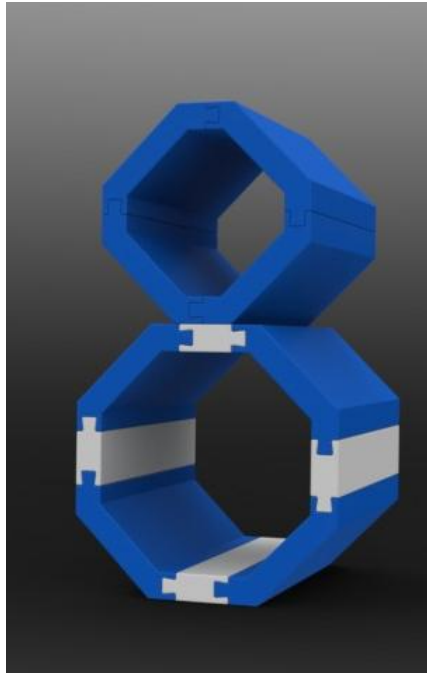
Esta prueba está diseñada para evaluar los factores de desempeño, seguridad y funcionalidad; estas nos sirven para confirmar que el producto cumple con las especificaciones de diseño y que satisface además las diferentes necesidades identificadas.

Estas pruebas se realizaron en condiciones reales, con usuarios y clientes a los cuales está dirigido este producto.

8.1 PROCEDIMIENTO DETALLADO DE LA PRUEBA DE ENSAMBLE

La prueba consistió en contabilizar el tiempo requerido para armar la totalidad de la estructura del organizador de botellas, teniendo como base una fotografía de una forma de organización predeterminada. (Ver Figura 35).

Figura 35. Diseño a utilizar en pruebas



Para esto se realizó una prueba de tipo cualitativo, con diferentes personas del hogar, principalmente amas de casa. A cada una de ellas se le entregó las partes del organizador de botellas y el manual de usuario (Ver Manual de Usuario Anexo J), para luego proceder a observar que pasaba en el momento de armado y sacar conclusiones. Se utilizó un formato de prueba no solo para consignar la información personal del usuario objeto de estudio, sino también para saber las conclusiones del mismo (Ver Formato Prueba de usuario Anexo K). A cada uno de los participantes se le advirtió que no podía haber colaboración por parte de los integrantes del hogar, con el fin de que la prueba no estuviera sesgada.

Al usuario se le entregó las piezas en V y las piezas Planas, definida anteriormente, para hacer el ensamble. (Ver Figura 31)

Una vez entregado los componentes del organizador y el manual de usuario, se cronometra el tiempo que se demoró la persona en realizar el ensamble de las piezas según la imagen de organización seleccionada. (Ver Figura 35). Además se toma nota de los inconvenientes que se iban presentando en el proceso, para luego tomar correctivos. Ver fotos de usuario interactuando con el ordenador de botellas en el Anexo L.

8.1.1 Conclusiones Prueba Ensamble

- Se concluye que las diferentes personas objeto de estudio identifican las piezas según la ilustración de ejemplo y asimilan fácilmente como se ensamblan.
- Se concluye que las piezas al no ser del plástico final objeto de estudio (ABS reciclado), sino de resina, no poseen las características especiales para el ajuste deslizante que tendrían las de plástico, lo cual no permite que las mismas deslicen correctamente, lo que a su vez impide tener un tiempo real de armado. Sin embargo se adquieren tiempos cercanos y reales de ensamble del organizador.
- Se estimó un tiempo de ensamble promedio de 5 minutos, lo cual nos permite realizar ajustes futuros y mejoras a las piezas o señales indicativas puntuales, las cuales mejoren la interacción producto usuario.
- La prueba de usuario evidenció las debilidades y fortalezas del producto, lo cual ayudara a mejorar la misma en el futuro.

8.2 PROCEDIMIENTO DETALLADO DE PRUEBA DE UBICACIÓN EN EL REFRIGERADOR

La prueba consistió en pedirles a las personas objeto de la prueba, después que tuvieran el organizador ensamblado, que ubicaran el producto en el refrigerador y posicionaran las botellas de manera que satisficiera sus necesidades. Se tomo

nota de cómo las personas interactuaban con el producto y que ventajas o desventajas tenía el mismo.

Figura 36. Prueba de Ubicación



8.2.1 Conclusiones Pruebas de Ubicación

- Se concluye que las diferentes personas objeto de estudio identifican inmediatamente su necesidad y como solucionarla, por medio de una ubicación adecuada del organizador.
- El usuario identifica los tamaños de los agujeros del organizador adecuados para cada tamaño de botella y las posiciona correctamente.
- Se confirma que la forma del organizador permite posicionar diferentes productos encima de él, para no desperdiciar espacios en el refrigerador.
- Se estimó un tiempo promedio de 30 segundos para que el usuario posicionara el organizador con las botellas dentro del refrigerador, lo que nos deja como conclusión, que es un producto amigable y fácil de usar.
- Se evidenció la falta de espacios especializados para el almacenamiento de las botellas en el refrigerador, lo cual expresan claramente los usuarios.

9. CONCLUSIONES

- Se evidenciaron cifras alarmantes en cuanto a las toneladas de desperdicio electrónicos generados en Colombia y cuál es el futuro que se aproxima si no se hace nada al respecto.
- La poca cantidad de empresas que se dedican al reciclaje tecnificado de residuos eléctricos y electrónicos en nuestro país, hace que cada vez más, se incrementen los recicladores artesanales de ewaste, lo que conlleva a una propagación de las malas prácticas en el reciclaje y no solo a una contaminación general del medio ambiente, sino también a una exposición directa a los residuos tóxicos, perjudiciales para la salud.
- La poca cantidad de personas interesadas en el tema de reciclaje y las grandes necesidades que vemos en el medio por reciclar, hacen que los jóvenes estén más interesados por el tema y busquen soluciones verdes a las diferentes problemáticas.
- La utilización de materiales reciclados en la elaboración de nuevos productos permite, además de contribuir con el medio ambiente, la reducción de los costos de fabricación; si se replantean los procesos, lo que se traduce en bajos costos de fabricación y alta rentabilidad.
- Se evidenció que el ABS es uno de los plásticos más utilizados en la fabricación de productos eléctricos y electrónicos en el medio, gracias a sus características mecánicas y físicas.
- Las propiedades mecánicas, físicas, económicas de los plásticos lo hacen uno de los materiales más utilizados en el mercado actualmente, sin embargo no existe un aprovechamiento máximo del mismo después de su uso o fabricación.

- Se evidenció una necesidad crítica por darle orden a los refrigeradores y a todo su contenido. Como posicionar los alimentos y las bebidas de tal forma que sea muy cómodo para el usuario y que se tenga acceso a todos los productos.
- Según la necesidad identificada al interior de los hogares, el plástico es el material más versátil que se puede utilizar al interior del refrigerador, dentro de los diferentes materiales encontrados en los residuos electrónicos, para satisfacer dicha necesidad.
- Se concluyó que las dimensiones de las fichas utilizadas para realizar el organizador se acomodan fácilmente no solo al espacio del refrigerador, sino también a las diferentes dimensiones de las botellas más utilizadas. Sin embargo estas se pueden reducir y rediseñar de una manera más óptima, para garantizar la maximización de espacios en el refrigerador.
- La geometría octagonal del organizador optimiza al máximo, la utilización de la geometría circular de las botellas, ya que a mayor cantidad de lados, más se acerca la geometría a una circunferencia.
- La geometría octogonal del organizador permite que las botellas estén inmóviles en el interior y que a su vez el organizador permanezca inmóvil en el refrigerador.
- Se evidenció que la geometría octogonal permite no solo organizar botellas en el interior del producto, sino que también permite apilar botellas, alimentos o artículos variados en la parte superior, optimizando así el espacio no utilizado en el refrigerador.
- Se llegó a la conclusión que el ABS reciclado es un material óptimo para utilizar en el organizador de botellas, no solo por su valor económico, sino también por sus características y su valor ambiental.

BIBLIOGRAFIA

Textos:

- CROSS, Nigel. Métodos de Diseño. México D.F.: Editorial Limusa, S:A de C.V., Gupo Noriega Editores, 2003. 190 p.
- GREIF, Helmut; KAUFFMAN, Hans y MICHAELI, Walter. “Tecnología de los Plásticos”.
- INTERNATIONAL STANDARD. Plastics – Injection moulding of test specimens of termoplastic materials. ISO 294-1.
- KURZ, Guenter. Transformación del Plástico. Moldeo por Inyección. Primera edición. vol 1.
- MOLENBROEK, Johan F.; DEKKER, Marijke y KANIS, Heimrich. “Applied Ergonomics Read ID”. Ergonomía, diseño de productos.
- PAHL, Gerard y BEITZ, Wolfgang. “Engineering Design”. Berlín, Alemania: Editorial Springer - Verlag y The Design Council, 1977.
- ULRICH, Kart T. y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos. Tercera Edición. EU: McGraw Hill, 2004. 366 p.

Normas:

- ASTM International. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.

Revistas:

- GARCIA, Zayas y JESUS. Aprovechamiento de residuos plásticos. Plásticos Universales, Noviembre 1992. Vol. 036, no 18.

Periódico:

- PORTAFOLIO (fin de semana). Editorial El Tiempo, Bogotá. 7 de marzo de 2010. En busca de un refrigerador más ordenado. Anjali Athavaley.

Recursos electrónicos:

- Albemarle Corporation. [En línea] Disponible en: [<http://www.albemarle.com/>](http://www.albemarle.com/).
- DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. [En línea] Disponible en: <http://www.dane.gov.co>.