

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESCANSO A PARTIR DEL REPROCESO DEL  
POLIESTIRENO EXPANDIDO INDUSTRIAL DESECHADO**

**ALEJANDRA URREA RESTREPO**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO**

**MEDELLÍN**

**2009**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESCANSO A PARTIR DEL REPROCESO DEL  
POLIESTIRENO EXPANDIDO INDUSTRIAL DESECHADO**

**ALEJANDRA URREA RESTREPO**

**Proyecto de grado presentado para optar  
Por el título de Ingeniero de diseño de producto**

**Asesor:**

**Clara Inés Barreto.  
Ingeniera Mecánica**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO**

**MEDELLÍN**

**2009**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Medellín, octubre de 2009.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

La autora de este proyecto desea dar sus sinceros agradecimientos a:

Mi familia por su apoyo incondicional tanto emocional como financiero para llevar a cabo este proyecto, y todos los años de la carrera.

Ángel Días jefe de producción de la constructora Precomprimidos S.A. Por la información, ayuda y respaldo que tuvo con el proyecto.

Clara Inés Barreto asesora del proyecto. Por sus conocimientos, compromiso, apoyo y acompañamiento durante todo el proceso del proyecto.

A todo el personal de los laboratorios de la universidad EAFIT por su gran colaboración y ayuda para llevar a cabo el proyecto.

## CONTENIDO

|  | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCION. ....   | 12   |
| 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO. ....   | 13   |
| 1.1 Antecedentes .....   | 13   |
| 1.1.1 <i>Reciclado del EPS</i> .....   | 16   |
| 1.1.2 <i>Sector Mobiliario</i> .....   | 17   |
| 1.1.3 <i>Sistemas de descanso</i> .....  | 20   |
| 1.2 Justificación del proyecto .....   | 21   |
| 1.3 Objetivos .....  | 22   |
| 1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....  | 22   |
| 1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....   | 22   |
| 1.4 Alcance .....  | 23   |
| 1.5 Metodología .....  | 23   |
| 2 REPROCESAMIENTO DEL DESECHO. DE POLIESTIRENO EXPANDIDO<br>(EPS).....   | 25   |
| 2.1 Reproceso de EPS conformado por vapor caliente .....   | 27   |
| 2.2 Propiedades del poliestireno expandido (EPS) recuperado .....  | 30   |
| 2.2.1 <i>Ensayo de densidad</i> .....  | 31   |
| 2.2.2 <i>Ensayo de compresión</i> .....  | 33   |
| 2.2.3 <i>Ensayo de flexión</i> .....   | 35   |
| 2.2.4 <i>Ensayo de determinación de la durabilidad de las uniones adhesivas<br/>sometidas a esfuerzos de cizalladura por tensión</i> ..... | 37   |
| 2.3 Resumen de las pruebas .....   | 40   |
| 3 MERCADO OBJETIVO.....  | 41   |
| 3.1 Ventajas y desventajas en cuanto a las características del material<br>reprocesado .....   | 41   |
| 3.2 Investigación exploratoria.....  | 42   |
| Tipos de mercado .....   | 42   |
| 3.2.1 <i>El mercado infantil</i> .....   | 42   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.2.2 | <i> Mercado joven</i> .....                                      | 44 |
| 3.2.3 | <i> Mercado adulto contemporáneo</i> .....                       | 46 |
| 3.2.4 | <i> Mercado adulto</i> .....                                     | 48 |
| 3.3   | Matriz de selección del mercado .....                            | 50 |
| 3.4   | Estado del arte de mobiliario joven y adulto contemporáneo ..... | 51 |
| 3.4.1 | <i> Mercado local</i> .....                                      | 52 |
| 3.4.2 | <i> Tendencias mundiales</i> .....                               | 53 |
| 3.5   | El mercado joven .....   | 54 |
| 3.6   | Tendencias del mobiliario .....                                  | 55 |
|       | Contemporáneo y modernismo .....                                 | 56 |
|       | Clásico .....  | 56 |
|       | Vanguardia .....   | 57 |
|       | Mueble Futurista .....   | 57 |
|       | Higt Tech .....  | 58 |
|       | Ecléctico: Más que Definición, una Situación .....               | 59 |
| 3.7   | Investigación del mercado .....                                  | 59 |
| 3.7.1 | <i> Encuestas</i> .....  | 60 |
| 3.7.2 | <i> Entrevistas</i> .....  | 61 |
| 3.7.3 | <i> Etnografía</i> .....   | 63 |
| 4     | DISEÑO DEL PRODUCTO .....  | 65 |
| 4.1   | Definición de la idea .....                                      | 65 |
| 4.1.1 | <i> Definición del usuario</i> .....                             | 65 |
| 4.1.2 | <i> Contexto</i> .....   | 66 |
| 4.2   | PDS (especificaciones de diseño de producto) .....               | 67 |
| 4.3   | Formalización del diseño .....                                   | 70 |
| 4.3.1 | <i> Matriz morfológica</i> .....                                 | 70 |
| 4.3.2 | <i> Mood boards</i> .....  | 71 |
| 4.3.3 | <i> Exploración de formas</i> .....                              | 73 |
| 4.3.4 | <i> Consideraciones para la elaboración de propuestas</i> .....  | 74 |
| 4.3.5 | <i> Sketches</i> .....   | 75 |
| 4.3.6 | <i> Alternativas propuestas</i> .....                            | 75 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.3.7  | <i>Replanteamiento de las alternativas</i> .....           | 76  |
| 4.3.8  | <i>Reelección del referente</i> .....                      | 77  |
| 4.3.9  | <i>Redefinición de sketches</i> .....                      | 78  |
| 4.3.10 | <i>Nuevas alternativas</i> .....                           | 79  |
| 4.3.11 | <i>Evaluación de alternativas</i> .....                    | 80  |
| 4.4    | Propuesta seleccionada.....                                | 81  |
| 4.5    | Diseño de detalle.....                                     | 83  |
| 4.5.1  | <i>Planos de taller</i> .....                              | 83  |
| 4.5.2  | <i>Análisis de esfuerzos</i> .....                         | 86  |
| 4.5.3  | <i>Geometrización</i> .....                                | 87  |
| 4.6    | Identificación de la propuesta.....                        | 88  |
| 4.7    | Construcción del prototipo.....                            | 90  |
| 4.7.1  | <i>Proceso de construcción</i> .....                       | 90  |
| 4.7.2  | <i>Inconvenientes y dificultades</i> .....                 | 91  |
| 4.7.3  | <i>Prototipo</i> .....                                     | 92  |
| 4.8    | Presupuesto.....   | 93  |
| 5      | PRUEBAS DEL PROTOTIPO.....                                 | 94  |
| 5.2    | Pruebas técnicas.....                                      | 94  |
| 5.2.1  | <i>Ensayo de estabilidad</i> .....                         | 94  |
| 5.2.2  | <i>Ensayo de resistencia</i> .....                         | 96  |
| 5.2.3  | <i>Resumen de las pruebas técnicas</i> .....               | 98  |
| 5.3    | Pruebas de usuario.....                                    | 99  |
| 5.3.1  | <i>Prueba visual</i> .....                                 | 99  |
| 5.3.2  | <i>Prueba de uso</i> .....                                 | 101 |
| 5.4    | Comparación del PDS con los resultados de las pruebas..... | 103 |
| 5.5    | Disminución del impacto.....                               | 105 |
| 6      | CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES.....                       | 106 |
| 7      | BIBLIOGRAFIA.....  | 109 |
| 7.2    | Bibliografía electrónica.....                              | 110 |

## LISTA DE FIGURAS.

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Principales aplicaciones del EPS en la industria .....  | 13 |
| Figura 2 Ciclo del reciclado del EPS .....   | 15 |
| Figura 3 Metodología del proyecto .....  | 24 |
| Figura 4 Diagrama del proceso. ....  | 27 |
| Figura 5 Acumulación del EPS antes de ser triturado. ....  | 28 |
| Figura 6 Máquina de molido .....   | 28 |
| Figura 7 Tolva de almacenamiento .....   | 28 |
| Figura 8 Máquina pre-expansora .....   | 29 |
| Figura 9 Ducto de alimentación.....  | 29 |
| Figura 10 Máquina de conformado o bloquera.....  | 29 |
| Figura 11 Reposo del bloque luego del conformado .....   | 29 |
| Figura 12 Probetas para ensayo de densidad.....  | 31 |
| Figura 13 Probetas de ensayo para la tensión de compresión.....  | 33 |
| Figura 14 máquina INSTRON .....  | 34 |
| Figura 15 Ensayo de compresión del material. ....  | 34 |
| Figura 16 Probetas ensayo flexión .....  | 35 |
| Figura 17 Montaje de la probeta sobre la máquina de ensayos .....  | 36 |
| Figura 18 Ensayo de flexión. ....  | 36 |
| Figura 19 Probeta de ensayo de cizalla. ....   | 38 |
| Figura 20 Montaje de la probeta.....   | 38 |
| Figura 21 Ensayo de la determinación de la durabilidad de las uniones adhesivas<br>sometidas a cizalla ..... | 39 |
| Figura 22 Ejemplo de mobiliario infantil.....  | 43 |
| Figura 23 Material plástico para productos del mercado infantil.....   | 44 |
| Figura 24 Prospecto del mobiliario joven .....   | 45 |
| Figura 25 Prospecto del mercado adulto contemporáneo.....  | 47 |
| Figura 26 Prospecto del mercado adulto.....  | 49 |
| Figura 27 Mercado local, tiendas ubicadas en el sur de la ciudad. ....                                       | 52 |
| Figura 28 Tendencias mundiales de mobiliario en sistemas de descanso.....                                    | 53 |
| Figura 29 Contemporáneo modernismo.....  | 56 |
| Figura 30 Tendencia clásica.....   | 56 |
| Figura 31 Tendencia vanguardista. ....   | 57 |
| Figura 32 Tendencia futurista.....   | 58 |
| Figura 33 Tendencia minimalista.....   | 58 |
| Figura 34 Tendencia higt tech.....   | 58 |
| Figura 35 Postura de sentado. ....   | 64 |
| Figura 36 Levantamiento de los pies en el asiento .....  | 64 |
| Figura 37 Usuario joven. ....  | 66 |
| Figura 38 Contexto .....   | 67 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 39 Mood board estilo de vida del usuario.....                  | 72  |
| Figura 40 Mood board productos relacionados con el usuario.....       | 72  |
| Figura 41 Mood board emoción relacionada con el usuario.....          | 73  |
| Figura 42 Referentes televisor y audífonos.....                       | 73  |
| Figura 43 Exploración de formas del referente.....                    | 74  |
| Figura 44 Sketches de alternativas.....                               | 75  |
| Figura 45 Alternativas.....   | 75  |
| Figura 46 Metodología para la elaboración de alternativas.....        | 76  |
| Figura 47 Nuevo referente seleccionado, teléfono celular.....         | 77  |
| Figura 48 Nuevo alfabeto visual del referente seleccionado.....       | 77  |
| Figura 49 Sketches nuevas alternativas.....                           | 78  |
| Figura 50 Nuevas alternativas de diseño.....                          | 79  |
| Figura 51 Piezas de la propuesta.....                                 | 81  |
| Figura 52 Posiciones de la propuesta.....                             | 82  |
| Figura 53 Plano de ensamble.....                                      | 83  |
| Figura 54 Mueble principal.....                                       | 84  |
| Figura 55 Apoyo para brazos.....                                      | 84  |
| Figura 56 Apoyo para pies.....  | 85  |
| Figura 57 Medidas antropométricas para el descanso en asientos.....   | 86  |
| Figura 58 Representación de esfuerzos.....                            | 86  |
| Figura 59 Modelo de la propuesta.....                                 | 87  |
| Figura 60 Geometrización de las piezas.....                           | 87  |
| Figura 61 Nombre y logo del sistema de descanso.....                  | 89  |
| Figura 62 Propuesta del diseño, logo y eslogan del producto.....      | 89  |
| Figura 63 Prototipo terminado.....                                    | 92  |
| Figura 64 Volteo hacia atrás.....                                     | 94  |
| Figura 65 Puntos de esfuerzo para ensayo de estabilidad.....          | 95  |
| Figura 66 Ensayo de resistencia a la carga estática.....              | 97  |
| Figura 67 Resistencia del apoyo para brazos.....                      | 97  |
| Figura 68 Ensayo de impacto.....                                      | 98  |
| Figura 69 Poses y posiciones posibles con el sistema de descanso..... | 100 |
| Figura 70 Pruebas de usuario en el uso.....                           | 102 |
| Figura 71 Cojín decorativo para mayor comodidad.....                  | 103 |

## LISTA DE TABLAS.

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1 Evaluación de los métodos de reprocesamiento del EPS. ....     | 26  |
| Tabla 2 Elección de la técnica de reprocesamiento. ....                | 27  |
| Tabla 3 Propiedades físicas del poliestireno expandido.....            | 31  |
| Tabla 4 Resultados de la densidad aparente del material.....           | 32  |
| Tabla 5 Promedio resistencia a la compresión.....                      | 34  |
| Tabla 6 Resultados de la prueba en daN/cm <sup>2</sup> .....           | 37  |
| Tabla 7 Resultados de la fuerza de tensión del ensayo.....             | 39  |
| Tabla 8 Propiedades del poliestireno expandido reprocesado.....        | 40  |
| Tabla 9 Lista de ventajas y desventajas del material reprocesado. .... | 41  |
| Tabla 10 Matriz de evaluación del mercado objetivo.....                | 51  |
| Tabla 11 tendencias mundiales.....                                     | 56  |
| Tabla 12 Resultados generales de las entrevistas. ....                 | 62  |
| Tabla 13 PDS Especificaciones de diseño de producto.....               | 68  |
| Tabla 14 Matriz morfológica. ....                                      | 70  |
| Tabla 15 Evaluación de la propuesta. ....                              | 80  |
| Tabla 16 Presupuesto del reproceso.....                                | 93  |
| Tabla 17 Presupuesto materia prima adicional y mano de obra.....       | 93  |
| Tabla 18 Valores estándares de la resistencia del sistema.....         | 96  |
| Tabla 19 Verificación del prototipo con el EPS.....                    | 103 |
| Tabla 20 Volumen por mes del desecho de EPS.....                       | 105 |

## **LISTA DE ANEXOS.**

ANEXO 1 Tabulación de resultados de las encuestas

ANEXO 2 Ergonomía y antropometría

ANEXO 3 Proceso de construcción del prototipo

ANEXO 4 Prueba de usuario

## INTRODUCCION.

Una de las problemáticas ambientales que se viven actualmente es el gran número de desechos sólidos que se generan a diario, uno de estos desechos es el poliestireno expandido (su siglas en ingles EPS) o icopor<sup>1</sup> como es conocido en Colombia. Actualmente se conoce que una de las industrias donde se emplea a gran escala este material es en la construcción y el embalaje, por lo que se produce, se usa y se desecha rápidamente, contando con un ciclo de vida corto e impactante para el medio ambiente, donde la solución actual es la disposición en rellenos sanitario. El problema es el volumen que ocupa y el tiempo que demora en descomponerse, que puede llegar a más de 100 años, representando un aumento progresivo del desecho, que además no es considerado para el reciclaje. La intención del proyecto es desarrollar un producto a partir del reproceso de EPS, que proporcione beneficios para las personas, en este caso un sistema de descanso<sup>2</sup>. El proyecto se enfoca en encontrar una forma de reciclar el desecho en la ciudad de Medellín, proporcionar una nueva materia prima para trabajar, y hacer un diseño que provea comodidad a los usuarios teniendo en cuenta, el reproceso que se elija, las tendencias de la época, los gustos, preferencias y deseos del usuario, y lograr no solo un diseño estéticamente agradable sino también una solución para la reducción del impacto del desecho de EPS.

En el trabajo se exponen antecedentes del problema ambiental encontrados en el capítulo 1. Las diferentes formas de reprocesamiento y elección de un método que no genere daños en el ambiente al obtener una nueva materia prima para trabajar se en el capítulo 2, ya que es necesario verificar que las propiedades del nuevo material sean apropiadas para realizar el sistema de descanso, para ello se realizaron ensayos sobre las propiedades físicas del material descritas en ese capítulo. Se continuó con una investigación para identificar el tipo de mercado y usuario al que se puede enfocar el diseño del producto en el capítulo 3. Siguiendo en el capítulo 4, con el proceso y métodos usados para el diseño del sistema de descanso, hasta la construcción del prototipo, y proseguir con la elaboración de pruebas técnicas y de usuario para verificar el éxito y aceptación del producto descrito en el capítulo 5. Finalizando el trabajo, se exponen las conclusiones y recomendaciones que se siguieron para proyectos futuros en el capítulo 6.

---

<sup>1</sup> El icopor® es la marca registrada de BASF del poliestirol expansionado (EPS). en Colombia tomo el nombre icopor y es una nombre registrado de la industria colombiana de porosos.

<sup>2</sup> Un sistema de descanso se puede entender como una silla, mueble o cama que hace parte del hogar y que se usa para recostar el cuerpo.



# 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO.


En este capítulo inicial se hace referencia a la forma como está establecido el proyecto, partiendo de una explicación sobre cómo está constituido el sector industrial del poliestireno expandido, hasta llegar a la propuesta que el proyecto expone para desarrollar un producto a partir del desecho reprocesado del mismo.

## 1.1 Antecedentes

La Espuma de Poliestireno Expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción. En los países hispanos se le conoce coloquialmente por varios nombres, algunos de ellos derivados del nombre de su fabricante. En Colombia se le conoce por el nombre de “icopor” debido a la industria Colombiana de Porosos, este es comúnmente visto en utensilios como vasos y platos desechables, en empaques y embalaje para la protección de productos o en para construcción (ver figura 1)

Figura 1 Principales aplicaciones del EPS en la industria

|                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
| <b>Sector de la construcción</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- En Casetones recuperables.</li><li>- aislamiento térmico y acústico, en paredes, fachadas, pisos y cubiertas</li><li>- Juntas de separación</li><li>- Formaletas</li><li>- Aligeramiento de Hormigón</li><li>- Juntas de dilatación</li><li>- Construcción prefabricada</li><li>- Cielo Rasos Cornisas</li></ul>  |  |
| <b>Embasado y embalado</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Los empaques de EPS son diseñados para amoldarse perfectamente a la forma del producto.</li><li>- combinan diversas opciones de espesores de pared, densidad y número de refuerzos</li><li>- la ligereza del EPS reduce los costos de transporte Y mano de obra.</li><li>- gracias a su resistencia elimina las roturas, facilitando el estibado soportando 1000 veces su propio peso.</li><li>- Su poder de amortiguamiento le permite absorber la energía producida por golpes y vibraciones.</li><li>- Es un material inocuo, no favorece el crecimiento de hongos y bacterias además es de olor y sabor neutro.</li></ul> |  |

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| <b>Obras civiles.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de carreteras.</li> <li>- Elevación y drenaje de campos de deportes, parques y zonas con césped</li> <li>- Reducción de carga mediante relleno para reforzar pasos elevados y alcantarillas y mediante elevación de rampas de entrada y salida</li> <li>- Reducción de las cargas laterales reforzando cimentaciones de pilotes en restauración de zonas urbana</li> <li>- Elevaciones para barreras de ruido</li> <li>- Cimentaciones para cobertizos y edificios ligeros</li> <li>- Reparación de asentamientos en carreteras existentes</li> <li>- Rampas para diques o edificios existentes</li> <li>- Pavimentos de patios y parcelas.</li> <li>- Terreros y pisos industriales</li> </ul> |  |
|-----------------------|---|---|

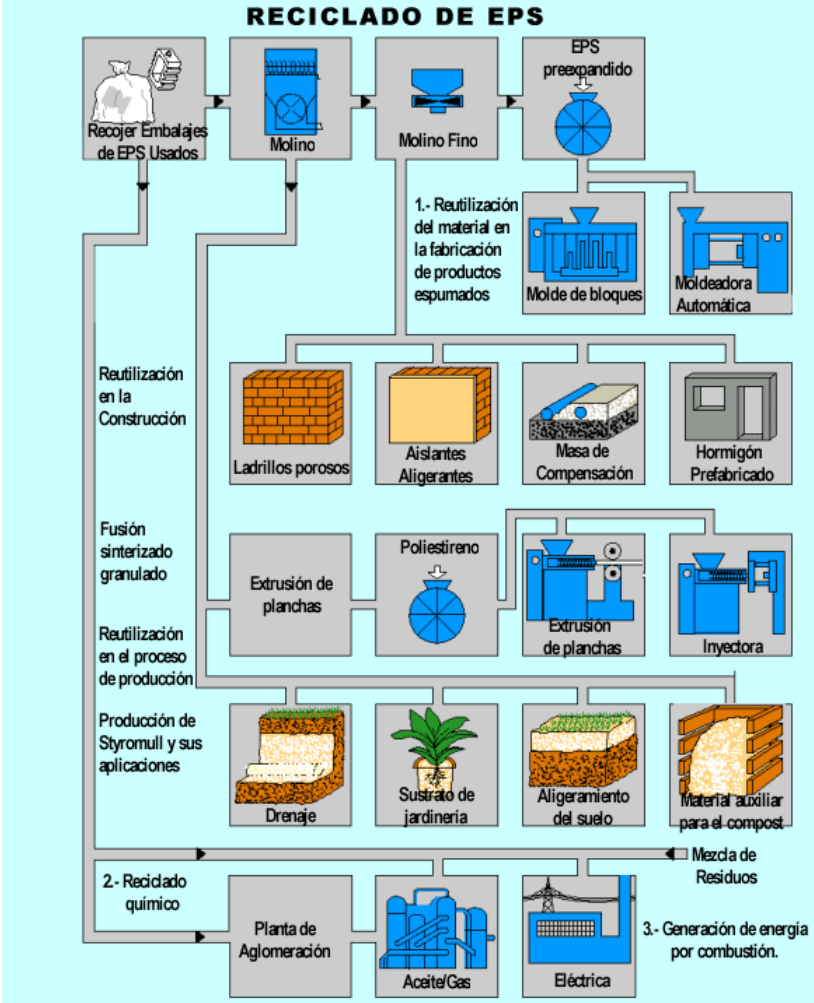
De la figura 1 se puede apreciar que el uso del material en el sector industrial de la construcción se emplea con mucha frecuencia y además se usa en grandes cantidades, por el beneficio en cuanto a su composición, propiedades que posee, y bajo costo Su cualidad más destacada es su higiene al no constituir sustrato nutritivo para microorganismos. Es decir, no se pudre, no se enmohece ni se descompone, lo que lo convierte en un material apto para la venta de productos frescos, y para condiciones de humedad encontradas en la construcción, esto se puede interpretar en un desecho de difícil descomposición, ya que tarda entre 100 y 500 años aproximadamente. El poliestireno expandido no contiene CFCs (Clorofluorocarbonados) ni HCFCs (Hidroclorofluorocarbonados) agentes causantes de la degradación de la Capa de Ozono y por lo tanto, su fabricación y uso no conlleva ningún tipo de efecto sobre la degradación de esta Dicho esto el EPS en su estado natural, no presenta un peligro para el ser humano ni para el medio ambiente. Solo en condiciones de incineración no supervisada o no controlada puede causar estragos en el ambiente por las emisiones de humo o por la propagación de la llama, ya que es altamente inflamable y es vulnerable a todo tipo de disolventes

El principal problema del la Espuma de Poliestireno Expandido (EPS) radica en que genera gran cantidad de residuos por ser este material de color blanco, muy visible y reconocible que ocupa grandes volúmenes, fenómeno conocido como contaminación visual. Actualmente en Medellín se tiene una cifra estimada de 0.75%<sup>3</sup> de EPS solo en hogares, lo que representa un porcentaje bajo y da la suposición de que el mayor impacto se encuentra en la industria. Según una consulta realizada por una entidad constructora, la cantidad mensual de desecho recogido en obras puede llegar a los 2000 m<sup>3</sup>, y se pueden acumular más de 5000 m<sup>3</sup> en un solo lugar en cuestión de meses, eso sin contar los desechos de centros

<sup>3</sup> EEVVM estadística del porcentaje promedio del desecho de EPS en hogares de la ciudad de medellin.

comerciales y otras entidades industriales y constructoras, lo que representa un panorama deprimente tanto para el medio ambiente como para la ciudad, pese a que esta cantidad, en su mayoría hacen parte del relleno sanitario la pradera y continua en constante crecimiento. Esto se debe a que en la ciudad los organismos de limpieza y cooperativas de reciclaje consideran este desecho como basura, por lo tanto no tiene valor comercial y no es considerado para el reciclaje. Sin embargo la espuma de poliestireno expandido (EPS) es posible reciclarse y es una práctica común en países europeos como España o Inglaterra, las cuales poseen la infraestructura necesaria para que en sus plantas preprocesadoras no se emitan gases tóxicos y se controlen los residuos que van a dar a los ríos y calles de la ciudad. (Ver figura 2)

Figura 2 Ciclo del reciclado del EPS



Fuente: <http://www.aims.com/reciclado.htm>

En la figura 2 se ilustran 3 tipos de reprocesamiento del EPS, la reutilización del material en la fabricación de productos espumados, el reciclado químico para la

producción de nueva materia prima; y la recuperación energética del material o generación de energía por combustión.

### **1.1.1 Reciclado del EPS**

Los 3 tipos de reprocesamiento, son los más conocidos y usados en la industria a nivel mundial, pero solo algunos de ellos son aplicados en Colombia. Estos métodos son descritos a continuación.

#### **Reutilización del material en la fabricación de productos espumados o reciclado mecánico.**

A partir de sencillos procesos de trituración o compactación y extrusión de los residuos procedentes del EPS usados pueden obtenerse nuevas aplicaciones como:

- Fabricación de nuevas piezas de EPS por medio de vapor caliente: Los envases y embalajes post-consumo pueden triturarse y destinarse a la fabricación de nuevas piezas en Poliestireno Expandido, por medio de vapor caliente que comprime el material triturado moldeándolo según la forma que se desee. De esta forma se fabrican nuevos embalajes con contenido reciclado o planchas para la construcción, algunas veces se mezcla con materia prima virgen.
- Mezcla para Mejora de suelos: Los residuos de EPS una vez triturados y molidos se emplean para ser mezclados con la tierra y de esta forma mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos constituyendo una valiosa ayuda para la elaboración del compost (tipo de abono).
- Incorporación a otros materiales de construcción: Los residuos de EPS tras su molido a diferentes granulometrías, se mezclan con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos ligeros y porosos, morteros y enlucidos aislantes, hormigones ligeros, etc. Los residuos de EPS tras su molido se mezclan con otros materiales de construcción para aportar ligereza y prestaciones de aislamiento térmico. De esta forma se fabrican hormigones aligerados, ladrillos porosos, placas de drenaje, y morteros y revocos aislantes.
- Producción de trozos de PS: Los embalajes de EPS usados se transforman fácilmente mediante simples procesos de fusión o sinterizado obteniéndose nuevamente el material de partida: el poliestireno compacto-PS en forma de granza. La granza así obtenida puede utilizarse para fabricar piezas sencillas mediante moldeo por inyección, como perchas, bolígrafos, carcasas, material de oficina, etc. o extrusión en placas u otras formas para utilizarse como sustituto de la madera

## **El reciclado químico**

A partir del reciclado químico de los materiales plásticos, también conocido como feedstock recycling, se pueden obtener las materias primas de partida. El feedstocking recycling Implica un cambio de la estructura química del material, pero de tal modo que las sustancias químicas puedan ser usadas para producir el material original otra vez. Tales procesos incluyen recuperación de monómero. Hay pocas técnicas comerciales disponibles que logran esto, el feedstocking típico genera gas de síntesis, conteniendo principalmente CO y H<sub>2</sub>. Los subproductos como cloruros, que generalmente son vendidos para otros procesos; y la escoria puede ser usada en la construcción de edificios. La energía liberada durante estos procesos usualmente es usada o recuperada.

## **Recuperación energética**

La recuperación energética es la obtención de energía, normalmente en forma de calor a partir de la combustión de los residuos. Este proceso, es una opción de gestión de los residuos muy adecuada para aquellos productos y materiales que por diversos motivos no pueden ser reciclados fácilmente. Para los residuos sucios como las cajas de pescado o los semilleros, la recuperación energética es una opción de gestión de residuos seguros y adecuados con la que se puede obtener un beneficio medioambiental de los mismos a través del aprovechamiento de su energía intrínseca. La combustión del EPS en instalaciones de recuperación energética no produce gases dañinos ya que las emisiones se controlan y filtran cuidadosamente. En las modernas plantas de combustión el EPS libera la mayor parte de su contenido energético en forma de calor ayudando a la combustión de otros residuos y emitiendo únicamente dióxido de carbono, vapor de agua y polvo de cenizas no tóxicas. Los plásticos, como el EPS, usan la energía contenida en el petróleo que se utiliza para su fabricación y más tarde la devuelven tras su utilización cuando se utilizan como combustible en los procesos de recuperación energética.

Al aclarar el punto de que el EPS es posible reciclarse se puede comenzar a hablar de los posibles usos de la nueva materia prima obtenida tras el reproceso. Dentro de la industria se encuentran diferentes sectores comerciales desarrolladores de productos provenientes de materia prima reciclada o provenientes de prácticas de producción más limpia, las cuales son aprovechadas, sustituyendo el impacto negativo que trae el malgasto de los recursos naturales renovables y no renovables. Dentro de estos sectores el más influyente y reconocido, es el sector mobiliario, porque en el encontramos diferentes productos de uso cotidiano donde se busca renovar en formas y materiales de acuerdo a las tendencias de la época, creando diseños cada vez más innovadores y beneficiosos para los usuarios.

### **1.1.2 Sector Mobiliario**

Mobiliario es el conjunto de muebles de una casa; son objetos que sirven para facilitar los usos y actividades habituales, en el hogar, oficinas y otro tipo de

locales. Normalmente el término se refiere a los objetos que facilita las actividades humanas comunes, tales como dormir, comer, cocinar, descansar, etc., mediante mesas, sillas, estanterías, muebles de cocina, etc.

## **Tipos de mobiliario**

Existen varios tipos de mobiliario, los muebles que poseen una superficie horizontal separada del suelo, como sillas y camas, mesas, o los, muebles para el almacenaje o archivado de libros, revistas, ropa, etc. El mobiliario urbano<sup>4</sup> o equipamiento urbano es el conjunto de bancos, marquesinas, papeleras, etc. instalado por los ayuntamientos para uso del vecindario. El mobiliario puede ser el producto del diseño o considerado una forma de arte decorativo. Además del fin funcional del mobiliario, puede servir a un propósito simbólico o religioso, el mobiliario doméstico crea, en conjunción con otros objetos como lámparas o relojes, espacios interiores convenientes, confortables y funcionales; puede ser artesanal o industrial, y por su gran carga ornamental ha sido considerado objeto artístico en la historia del arte decorativo, sobre todo el de la época pre-industrial.

## **Tendencias actuales del mobiliario**

La tendencia<sup>5</sup> actual apunta a la consecución de productos más ligeros y al uso de materiales innovadores en su fabricación. Generalmente los hogares de hoy, son más pequeños y disponen por tanto de menor espacio habitable. Los muebles a su vez se han transformado siendo también más pequeños, ligeros y funcionales adaptándose a las nuevas costumbres y necesidades del usuario. Existen varias tendencias que han ido acoplado al paso del tiempo y a medida que avanzamos se crean cada vez más tipos de tendencias, estas se forman teniendo en cuenta estilos de vida, fenómenos mundiales y hasta influencias de algunas culturas. Es por ello que si hablamos de mobiliario como una regla general, resulta aventurado y subjetivo pues no solo cambian según el lugar y sus condiciones sino que están ligadas a las filiaciones y manifestaciones de los individuos, hasta el punto que hoy, posibilidades decorativas en las ferias de diseño y mobiliario más importantes del mundo, pueden hallarse muebles de todos los estilos sin distinguirse una tendencia clara, o bien puede registrarse una influencia predominante propia del sitio que difícilmente se aplica en otro lugar.

## **Tendencia verde**

Todo debe ser ecológico o por lo menos tratar de serlo. Automóviles, casas, utensilios y mobiliario. Incluso la ropa también puede ser ecológica. En el 2008, el

---

<sup>4</sup> el conjunto de objetos y piezas de equipamiento instalados en la vía pública para varios propósitos  
es.wikipedia.org/wiki/Mobiliario 07/06/2009

<sup>5</sup> es es un patrón de comportamiento de los elementos de un entorno particular durante un periodo de tiempo  
http://www.revista-mm.com/rev44/art8.htm 07/06/2009.

enfoque eco<sup>6</sup> se agudiza, y una de las nuevas tendencias, es lo natural, orgánico, y reciclado. Los diseñadores de mobiliario de hoy, tienen muchos detalles en que pensar a la hora de proponer un producto, no sólo se trata de analizar el aspecto estético, las y la calidad, sino también multiplicar las posibilidades funcionales, dar versatilidad al resultado y poder usar materiales respetuosos con el medio ambiente. Una de las razones por las que se optó por recurrir a este tipo de diseño, fue el uso de las políticas medioambientales que las empresas están adecuando a sus procesos y productos, orientadas a que todo lo que se produce favorezca o al menos no perjudique el entorno, y para ello es importante el uso de materias primas reciclables o biodegradables, y el diseño de muebles que no se conviertan fácilmente en un desecho.

En este último aspecto, la versatilidad cobra importancia, al modificar un mueble, variar su forma, su aspecto; y su uso al antojo del cliente, resultando útil durante más tiempo. La modularidad en el mobiliario es una buena manera de conseguir versatilidad, los muebles por módulos permiten conformar otro tipo de mueble a la medida de las necesidades de acuerdo al momento, reorganizando los módulos se consigue un nuevo mueble y se puede trasladar fácilmente de habitación e incluso de casa. Si además de modular el mueble es montable y desmontable es mucho mejor, lo ideal es que los muebles se puedan adquirir por piezas sueltas de fácil montaje que sea además reversible, de ese modo se puede no solo componer, sino crear el mueble e incorporarlo en momentos y situaciones distintas al espacio que sea más interesante y en la forma que sea conveniente.

Realizar productos que siguen la tendencia de otros materiales reciclados, está siendo apetecido por los sectores industriales y comerciales. Actualmente la tendencia de productos reciclados o llamados verdes está siendo incorporada por los diseñadores de productos como una solución para la sostenibilidad.

### **Eco diseño.**

El eco diseño es un término impuesto por la tendencia, y los cambios globales en cuento a la preocupación del cambio climático, el cual supone el diseño de productos que tratan de minimizar los principales impactos ambientales en todo su ciclo de vida. Por esta razón el proyecto se enfoca en el diseño de un producto que suponga un cambio en el uso de la Espuma de Poliestireno Expandido (EPS) como un desechable de bajo ciclo de vida centrándose en el sector mobiliario. Ya bajo este término se analizan los principales productos que tienen mayor importancia en el hogar centrándose en el uso del eco mueble el cual contribuye al cuidado del ambiente desde el hogar. Analizando cuales son los productos que más conmueven a los usuarios y los impactos que producen a través de todo su ciclo de vida. Uno de los elementos más populares de mobiliario son los llamados sistemas de descanso, los cuales incorporan productos que generan comodidad y tranquilidad para el cuerpo contribuyendo a la buena salud.

---

<sup>6</sup> Abreviación referente a ecológico.

### **1.1.3 Sistemas de descanso**

Son productos que siempre harán parte del hogar, asientos, camas, muebles y sillones son los más destacados en esta categoría, así mismo son los más innovadores en cuanto a procesos y materiales, liderando el mercado del eco mueble<sup>7</sup> con diseños cada vez más llamativos y minimalistas, algunos cuentan con el respaldo de un sello ecológico para concientizar al público de la labor ambiental que se realiza. Estos productos son comercialmente apetecidos por el auge que ha tenido el diseño en los últimos años, además generan un valor emocional a los usuarios y su función cumple con una de las necesidades básicas del ser humano, descansar. Un tercio de nuestra vida transcurre durante el sueño y el descanso que debe ser reparador para que nos ayude a recuperarnos de los esfuerzos que hacemos durante el día. Elegir un buen sistema de descanso se convierte, por tanto, en una cuestión prioritaria. Esta necesidad se traduce a el confort, la comodidad, y la tranquilidad que se busca en el buen diseño, lo que permiten una renovación de materiales y diseños únicos, donde lo principal son las necesidades, los gustos y las aspiraciones del cliente. Existen sistemas de descanso para interiores y exteriores, como su nombre lo indica los sistemas exteriores son para el descanso en un jardín piscina o lugares fuera del hogar, donde se va a estar sometido a la intemperie, por otro lado los sistemas interiores son dentro del hogar, que ofrecen comodidad al dormir, ver televisión o para leer un libro cómodamente en el interior de la casa. Hasta el momento existen pocos productos de sistemas de descanso realizados en poliestireno expandido y estos pocos diseños son vistos en Europa o Norteamérica. En Colombia el EPS como se menciono antes, no se ha considerado para fines decorativos y mucho menos para sistemas de descanso, ya que es basura para nuestro relleno, sin embargo se han considerado otro tipo de materiales más aceptados y más comunes en nuestro entorno, haciendo un esfuerzo por alentar a los consumidores a adoptar productos ecológicos con materiales reciclables.

---

<sup>7</sup> Termino referido a la aplicación de diseños amigables con el medio ambiente en el mobiliario del hogar.  
<http://paraula.espacioblog.com/post/2006/11/28/eco-muebles-muebles-ecologicos-al-alcance-todos> 07/06/09

## 1.2 Justificación del proyecto

Al encontrarnos con la realidad de que el EPS es un desecho problema denominado basura para la ciudad, se piensa realizar mediante el diseño y procesos de bajo impacto, una forma de recuperar y reprocesar el embalaje de EPS industrial desechado, transformándolo en una materia prima apta para la elaboración de un sistema de descanso con un diseño simple, minimalista y contemporáneo para el sector mobiliario. Se busca jugar con formas que le den al usuario una experiencia y una motivación para adquirirlo, concientizándolo desde la perspectiva del eco diseño sobre las ventajas obtenidas en el producto desde el punto de vista ambiental, así mismo el empuje que tiene la moda de lo verde en los hogares, lo que es un factor de arranque que refuerza la elección del producto, debido a la preocupación que se vive a diario con el calentamiento global a causa de la contaminación, el uso de recursos no renovables y materia primas no biodegradables.

El proyecto se soporta por la gran cantidad de materia prima que se tiene para trabajar, ya que se conoce un amplio número de productores de Espuma de Poliestireno Expandido (EPS) y al mismo tiempo de entidades que desechan el material dentro del campo industrial encontrado en el sector de la construcción y el embalaje. El obstáculo principal es la recolección organizada del desecho, debido a que las entidades encargadas de recoger las basuras en las empresas y en las constructoras no hacen una separación adecuada, y por lo dicho anteriormente en los antecedentes no es recuperada. Se puede pensar en hacer un convenio con las empresas que desechan el material para que no lo junten con la basura convencional, facilitando la recolección y la separación del desecho a usar, en un reprocesamiento, esto puede permitir que tenga valor comercial y no siga siendo la basura que es ahora. Otro reto del proyecto es la forma de reprocesar el material. Por lo visto en los antecedentes es posible reciclarlo y darle forma a una nueva materia prima para trabajar, el desafío consiste en encontrar entidades que puedan hacerlo en la ciudad de Medellín o que estén dispuestas a colaborar en el proyecto.

El EPS tiene una posición especial, por sus propiedades únicas que lo hacen superior a cualquier otro plástico, es liviano, fácil de manipular y posee una alta resistencia a la compresión, lo que permite una forma idónea para el desarrollo de sistemas de descanso moldeable al cuerpo para el reposo del mismo.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de descanso para el hogar a partir de desechos de embalaje de poliestireno expandido industrial, mediante procesos que permitan la consolidación de una materia prima para la creación de un diseño cómodo e interesante, favoreciendo la disminución del impacto medioambiental generado por el mismo.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar diferentes tecnologías de reprocesamiento del desecho de EPS (espuma de poliestireno expandido) para poder usar un proceso de reutilización idóneo desde el punto de vista medio ambiental
- Realizar una investigación sobre las necesidades del usuario, y al mismo tiempo sobre las tendencias y contexto que harán parte del sistema de descanso, para generar mediante métodos cualitativos (entrevistas encuestas y etnografías) criterios para definir especificaciones de diseño.
- Caracterizar las propiedades mecánicas (densidad, resistencia a la compresión, tensión y determinación de la durabilidad de las uniones adhesivas sometidas a esfuerzos de cizalladura por tensión) de la materia prima obtenida en el reproceso de EPS seleccionado, para encontrar restricciones del material que afectan las especificaciones de diseño de producto.
- Construir un prototipo del sistema de descanso diseñado, utilizando el desecho reprocesado de EPS
- Realizar un análisis técnico del diseño del sistema de descanso estudiando los puntos vulnerables mediante ensayos de estabilidad y resistencia según la norma NTC 2868 para comprobar la seguridad del diseño.
- Aplicar métodos de diseño (pruebas de usuario a una muestra del público objetivo) que permitan evaluar la aceptación del producto por parte del usuario y el cumplimiento de las especificaciones de diseño.

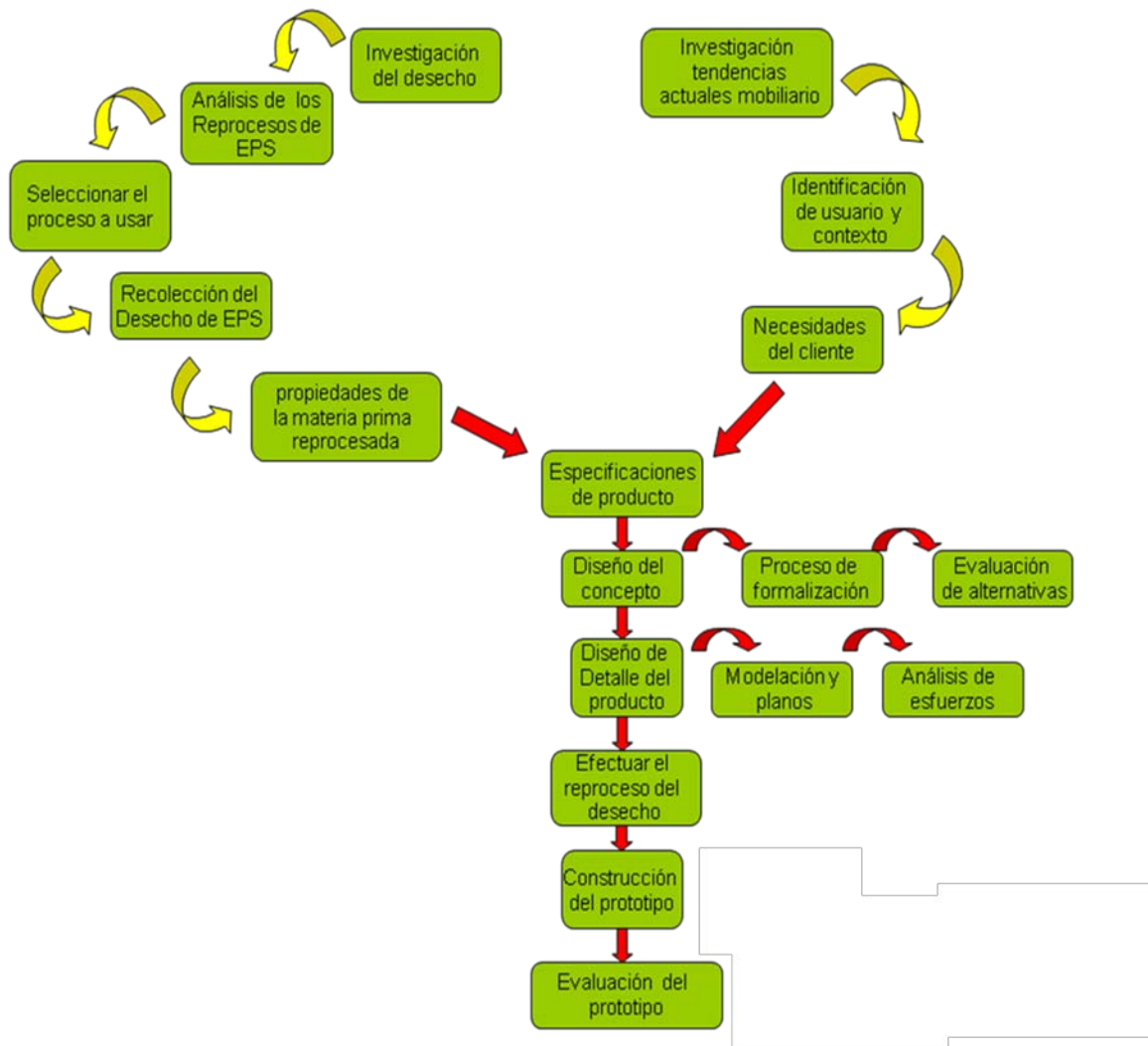
## **1.4 Alcance**

Una vez identificado el reprocesamiento más apto y que cumpla con las condiciones para hacer valido el proyecto, se procede a identificar las propiedades del material y con base en esto el tipo de usuario al que se puede enfocar el sistema de descanso, identificando cuáles son sus necesidades e ideas para hacer un diseño acorde a su estilo de vida. Se diseñará y fabricará un prototipo en escala 1:1 del producto para verificar si cumple con las condiciones de estabilidad y resistencia y si se acomoda a los gustos y peticiones de el usuario, y además de esto verificar si el uso del material si es apropiado para sistemas de descanso para consideraciones futuras.

## **1.5 Metodología**

La metodología mostrada en la figura 3 se estableció teniendo en cuenta los criterios y los pasos que hay que seguir para cumplir los objetivos establecidos en un comienzo, además esta se soporta de la metodología de Kart T Ulrich y Steven D Eppinger del libro diseño y desarrollo de productos.

Figura 3 Metodología del proyecto



La metodología explica el proceso en forma general los pasos a seguir durante la realización del proyecto, este soporta el uso del material desde el principio ya que es de suma importancia trabajar en paralelo con las ventajas que este posee, además que el depende la forma del diseño y la estabilidad del producto. Este análisis junto con la elección del usuario da lugar a las especificaciones del producto, (PDS)<sup>8</sup> para poder comenzar un proceso de formalización que va ligado a la elección de un concepto o referente que hace alusión al estilo de vida del usuario, luego se procede a explorar formas que se adapten al material y el proceso de elaboración del producto, en este caso el prototipo, para luego evaluarlo por medio de pruebas técnicas y de usuario para analizar la aceptación del producto y el buen funcionamiento del mismo.

<sup>8</sup> Las especificaciones de diseño se plasman en una lista de deseos y demandas que el cliente espera o quiere con el producto

## **2 REPROCESAMIENTO DEL DESECHO. DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)**

En este capítulo se hace una observación de los diferentes tipos de reproceso para recuperar el desecho de poliestireno expandido, y seleccionar el más apto y eficiente en cuanto a la conservación del medio ambiente, los recursos disponibles y efectividad de la materia prima nueva para la elaboración de nuevos productos. Para verificar que tipo de proceso es apto para la finalidad del proyecto es necesario retomar los tipos de reciclado o reprocesamiento del material mencionado en los antecedentes, que son 3, cada uno con diferentes métodos para obtener materia prima o energía, pero no todas representan una ventaja viable para el enfoque del proyecto.

El reciclado mecánico, consta de labores de triturado, prensado y conformado en caliente para usarlo en diferentes campos de la construcción y a la agricultura. No presenta un riesgo biológico ni atenta contra la seguridad de los individuos y tampoco es un método considerado contaminante o de alto impacto con el ambiente.

El reciclado químico, conlleva procesos que permiten formar la materia prima inicial de poliestireno (PS) para su uso en otras aplicaciones. Este tipo de reprocesamiento solo se hace en plantas especializadas ya que puede traer un riesgo para la seguridad de los operarios y para el ambiente, al manipular sustancias que pueden resultar tóxicas y que generan emisiones al aire, suelo y agua.

La recuperación energética, se enfoca en la obtención de energía de los desechos a partir de procesos de combustión. Si se mira desde el punto de vista de aprovechamiento de los recursos es una buena opción, el punto están en la fundición del desecho que emiten gases tóxicos, este tipo de obtención de energía debe estar bajo una supervisión apropiada para evitar que ocurra un incidente, además no es genera una solución para lo establecido en el proyecto.

Tras reconocer los 3 métodos de aprovechamiento del material, es necesario considerar cuál de ellos presenta menos impacto ambiental y con cual es posible la conformación de un nuevo producto, en este caso un sistema de descanso (ver tabla 1)

Tabla 1 Evaluación de los métodos de reprocesamiento del EPS.

|   | METODOS DE RECUPERACION |                   |                         |
|---|-------------------------|-------------------|-------------------------|
|   | Reciclado mecánico      | Reciclado químico | Recuperación energética |
| <b>Método amigable con el medio ambiente</b>          | SI                      | NO                | NO                      |
| <b>Método para la elaboración de nuevos productos</b> | SI                      | SI                | NO                      |
| <b>Elección del método</b>                            | <b>SI</b>               | <b>NO</b>         | <b>NO</b>               |

Según los resultados mostrados en la tabla 1, el reciclado mecánico es apropiado y probable para realizar el producto, algunas de las técnicas de este tipo de reciclado son:

**Fabricación de nuevas piezas de EPS por medio de vapor caliente.** Se tritura el material desechado, para luego pre expandir las perlas espumadas obtenidas tras el triturado, que luego en un molde se les da forma por medio de vapor caliente. Actualmente se fabrican nuevos embalajes y planchas para la construcción por este método, algunas veces las partículas trituradas se mezclan con materia prima virgen, para darle más resistencia al producto moldeado

**Mezcla para mejora de suelos.** El desecho triturado es mezclado con la tierra para mejorar su drenaje y aireación

**Incorporación a otros materiales de construcción.** Los residuos de EPS en granos triturados, se mezclan con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos ligeros y porosos, morteros y enlucidos aislantes, hormigones ligeros, etc.

**Producción de trozos de PS.** Los embalajes de EPS usados se transforman fácilmente mediante simples procesos de fusión o sinterizado obteniéndose el material sin aire o también llamado granza el cual puede utilizarse para fabricar piezas sencillas mediante moldeo por inyección, como perchas, bolígrafos, carcasas, material de oficina, etc.

Para la elección de una de estas técnicas se considera la finalidad del proyecto y se evalúa por medio de un formato aquellos que presentan características apropiadas para la conformación del sistema de descanso. (ver tabla 2)

Tabla 2 Elección de la técnica de reprocesamiento.

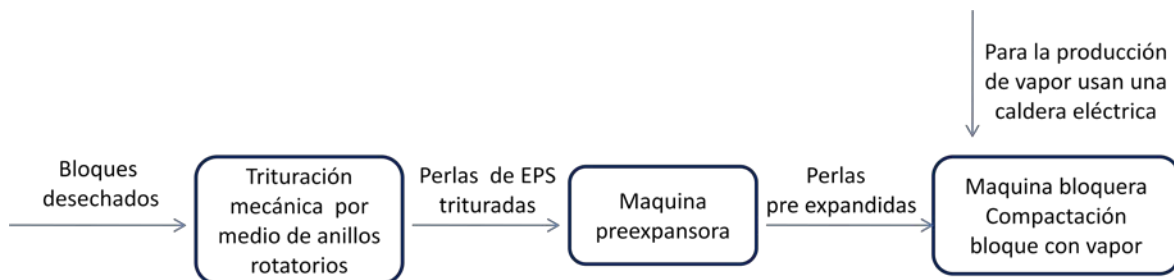
|   | <b>Emisión de gases dañinos controlada</b> | <b>Posibilidad de formado</b> | <b>Disponibilidad de recursos</b> | <b>Viable económicamente</b> | <b>Elección.</b> |
|---|--|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------|
| Fabricación de nuevas piezas de EPS por medio de vapor caliente | si   | si                            | si                                | -                            | <b>SI</b>        |
| Mezcla para Mejora de suelos                                    | si   | no                            | si                                | si                           | <b>NO</b>        |
| Incorporación a otros materiales de construcción                | si   | -                             | si                                | -                            | -                |
| Producción de trozos de PS:                                     | no   | si                            | no                                | no                           | <b>NO</b>        |

Según los resultados de la elección, el método más viable y confiable con el medio ambiente es la fabricación de nuevas piezas de EPS por medio de vapor caliente. A continuación se explica paso a paso el proceso, que fue posible observar y conocer, gracias a la ayuda de la empresa Precomprimidos S.A, empresa dedicada a la producción de bloques de EPS recuperados en un 50 o 100% para la industria de la construcción.

## 2.1 Reproceso de EPS conformado por vapor caliente

Los datos obtenidos tras la visita de la empresa Precomprimidos S.A fueron una ayuda y soporte para el desarrollo del proyecto, ya que son los únicos en Medellín que hacen uso de esta técnica para elaboración de bloques para formaleas en obras civiles. A continuación se muestra un diagrama general de los pasos que se deben seguir para la recuperación del poliestireno expandido (ver figura 4)

Figura 4 Diagrama del proceso.



Los bloques son llevados a la constructora y son apilados en una montaña cerca del triturador como se puede observar en la figura 5

Figura 5 Acumulación del EPS antes de ser triturado.



Luego se procede a llevar los desechos a la trituradora. Esta cuenta con una serie de anillos rotatorios que a velocidad separan las esferas espumadas, la idea no es cortarlo, sino hacer como una especie de molido en donde se pueda aprovechar la mayor cantidad de material (ver figura 6)

Figura 6 Máquina de molido



De allí son llevados por medio de unos tubos succionadores a una tolva que almacena las perlas trituradas (ver figura 7), donde luego son conducidas por medio del mismo sistema de succión a una máquina pre-expansora, donde por medio de vapor se expande la perla haciéndola más grande y menos densa. (ver figura 8)

Figura 7 Tolva de almacenamiento



Figura 8 Máquina pre-expansora



Las perlas expandidas son almacenadas nuevamente en tolvas que contienen un conductor directamente conectado a la máquina de conformado (ver figura 9)

Figura 9 Ducto de alimentación



La máquina de conformado consta de un prisma de 1x4x0.5 m, sellado por una compuerta. El vapor es introducido con unos ductos dentro del prisma calentando las paredes y haciendo que las perlas se unan entre ellas. (ver figura 10)

Figura 10 Máquina de conformado o bloquera.



El proceso de compactación dura aproximadamente 5 minutos, luego el bloque es sacado y dejado en reposo de un día para que la humedad contenida dentro salga y se pueda dar lugar a la rectificación y corte del bloque. (ver figura 11)

Figura 11 Reposo del bloque luego del conformado



Este método es muy similar al usado para la conformación de bloques de material virgen, la diferencia está en que en este proceso se usan perlas previamente expandidas<sup>9</sup>, en donde la perla es grande y por ende con mayor contenido de aire.

En el proceso no se liberan gases tóxicos ya que el único agente pre-expansor es aire caliente, el cual es generado por una caldera<sup>10</sup>. El proceso de corte se hace por medio de unos alambres de ferroníquel, los cuales conducen el calor con mayor facilidad sin deformarse o derretirse, este efecto de corte cauteriza el material, sin que se generen desperdicios, ni polvillo de EPS, este efecto solo se produce cuando el corte es mecánico, como en el molido de las piezas desechadas. Allí se genera cierto desperdicio de material, el cual es imposible de recuperar.

Vale aclarar que este método aunque puede ser aplicado para todo tipo de EPS, no es recomendable hacerlo para piezas de embalaje que son previamente prensadas con la forma del producto es decir embalaje de productos domésticos o industriales, debido a que este tipo de material posee una densidad mayor, y por ende un mayor número de perlas espumadas de menor tamaño, lo que dificultaría la labor de triturado y pre expandido. Hay que analizar la densidad del material para ponerlo a consideración en el reproceso, es por ello que se limito a trabajar con EPS usado en obras civiles, ya que poseen características similares y permiten un reproceso o reciclado mayor que otros.

## **2.2 Propiedades del poliestireno expandido (EPS) recuperado**

Luego de tener el material reprocesado se hace un estudio de las propiedades mecánica del nuevo material, bajo la norma NTC 1397 de espumas rígidas de poliestireno expandido, en donde se comprobó la densidad, resistencia a la compresión, flexión y cizalla.

Los datos obtenidos fueron comparados con los datos mostrados en la tabla 3, en donde se resumen las propiedades físicas del poliestireno expandido usado en la industria en general. Esta comparación se hace con el fin de identificar si el EPS reprocesado aun cuenta con características similares respecto a los de material virgen y si pueden ser usadas de nuevo en el campo que se requiera, es decir comprobar si sus propiedades son competentes para el sistema de descanso.

---

<sup>9</sup> Material previamente usado y desechado luego del molido

<sup>10</sup> Es un generador de vapor.

Tabla 3 Propiedades físicas del poliestireno expandido.

| TABLA RESUMEN PROPIEDADES FÍSICAS                                 |                    |                   |                              |
|---|--------------------|-------------------|------------------------------|
| PROPIEDADES   | NORMA UNE          | UDS.              | VALORES MARGEN DE OSCILACIÓN |
| DENSIDAD Nominal  | EN-1602            | Kg/m <sup>3</sup> | 10-35                        |
| DENSIDAD Mínima   |                    | Kg/m <sup>3</sup> | 9-31.5                       |
| ESPESOR MÍNIMO  |                    | mm                | 50-20                        |
| CONDUCTIVIDAD TÉRMICA $\lambda$ (10°C)                            | 92201              | mW/(mK)           | 46-33                        |
| Tensión por COMPRESIÓN con deformación del 10%. ( $\sigma_{10}$ ) | EN-826             | KPa               | 30-250                       |
| Resistencia permanente a la COMPRESIÓN con una deformación del 2% |                    | KPa               | 15-70                        |
| Resistencia a la FLEXION ( $\sigma_B$ )                           | EN-12089           | KPa               | 50-375                       |
| Resistencia al CIZALLAMIENTO                                      | EN-12090           | KPa               | 25-184                       |
| Resistencia a la TRACCION   | EN-1607<br>EN-1608 | KPa               | <100-580                     |
| Modulo de Elasticidad   |                    | MPa               | <1.5-10.8                    |
| Indeformabilidad al calor instantánea                             |                    | °C                | 100                          |
| Indeformabilidad al calor duradera con 20.000 N/m <sup>2</sup>    |                    | °C                | 80                           |
| Coefficiente de dilatacion termica lineal                         |                    | 1/K (xE-5)        | 5-7                          |
| Capacidad Térmica Especifica                                      |                    | J/(kgK)           | 1210                         |
| Clase de reaccion al fuego  |                    | -                 | M1 o M4                      |
| Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 dias   | EN-12087           | % (vol.)          | 0.5-1.5                      |
| Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 28 dias  | EN-12087           | % (vol.)          | 1-3                          |
| Indice de resistencia a la difusion de vapor de agua              | 92226              | -                 | <20-120                      |

Tomado de <http://www.anape.es/pdf/ficha73.pdf>

### 2.2.1 Ensayo de densidad

Este ensayo se realizo con el fin de determinar si la densidad del bloque reprocesado esta dentro de los parámetros establecidos por la industria, los cuales se sitúan en el intervalo que va desde los 10kg/m<sup>3</sup> hasta los 35kg/m<sup>3</sup>. Para este ensayo se utilizaron 5 probetas de ensayo cada una con un volumen de 1000cm<sup>3</sup> (ver figura 12)

Figura 12 Probetas para ensayo de densidad



### Condiciones de la prueba.

Las probetas se acondicionaron en una estufa a 40 °C hasta que tuvieran una masa constante<sup>11</sup>, esto con el fin de evitar que las probetas estuvieran húmedas para la medición.

Se midió cada lado de cada probeta y se registro su volumen real, luego se peso cada probeta para determinar su masa en gramos.

El cálculo de la densidad aparente se mide con la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

$\rho$  Es densidad.

$m$  Es masa

$V$  Es volumen

### Resultado de la prueba de densidad

Se tomaron las muestras de cada bloque, la masa en gramos y el volumen en cm<sup>3</sup>, pero para poder hacer una comparación mas entendible con los rangos establecidos en la industria se hizo la conversión de gramos a kilogramos y de cm<sup>3</sup> a m<sup>3</sup>, los resultados y el promedio de la densidad se muestran en la tabla 4.

Tabla 4 Resultados de la densidad aparente del material

| BLOQUE | g/cm <sup>3</sup> | kg/m <sup>3</sup> |
|--------|-------------------|-------------------|
| 1      | 0.01202           | 12.02             |
| 2      | 0.01204           | 12.04             |
| 3      | 0.01107           | 11.07             |
| 4      | 0.01245           | 12.45             |
| 5      | 0.01057           | 10.57             |
|        | <b>PROMEDIO</b>   | <b>11.63</b>      |

---

<sup>11</sup> No hallan variaciones de masa a causa de la humedad luego de pesarse varias veces .

Tras observar los valores arrojados por la prueba se puede deducir que el bloque 100% reprocesado se encuentra dentro de los estándares normales de la industria, contando con un valor aproximado de  $11.63 \text{ kg/m}^3$ , se acerca a uno de los materiales más livianos que existen para los propósitos industriales a los que se somete, además por ser un material con menos densidad, presenta unas perlas más grandes y en menor cantidad a las normalmente usadas para la conformación de bloques de poliestireno vírgenes o 50% recuperados.

En conclusión el ensayo de densidad deja resultados satisfactorios ya que se cuenta con un material liviano, que al compararlo con los datos de referencia de la tabla 3, la densidad establecida esta dentro de los límites usados en la industria lo cual hace parte una de las especificaciones requeridas por el usuario para el desarrollo del sistema de descanso.

### **2.2.2 Ensayo de compresión**

El ensayo consiste en someter una porción de ensayo a una deformación creciente, mediante la aplicación de velocidad constante de una carga repartida uniformemente, sobre toda la superficie inicial y determinar la tensión máxima necesaria para alcanzar el 10% de deformación, el resultado se conoce como tensión de compresión.

Con este ensayo se identifico si es posible crear un sistema capaz de soportar una fuerza de compresión sin dañarse, para el diseño del sistema de descanso, además se comparo con las propiedades de compresión del material virgen usado en la industria.

Se cortaron 5 porciones de ensayo o probetas de 50x50x50 mm (se realizó con material 100%recuperado) (ver figura 13)

Figura 13 Probetas de ensayo para la tensión de compresión.



Se uso una máquina de compresión provista de 2 platos paralelos y otro móvil. (Máquina INSTRON laboratorio de materiales, ver figura 14)

Figura 14 máquina INSTRON



### Condiciones de la prueba

El ensayo se realiza a 20°C En este caso las condiciones eran de 23°C con una humedad del 48%. Se comprime hasta un 90% de su espesor original es decir 45 mm, a una velocidad del 10% del espesor original es decir 5mm x min (ver figura 15)

Figura 15 Ensayo de compresión del material.



El cálculo para la resistencia a la compresión es expresada en  $\text{daN/cm}^2$  y es el resultado de dividir la carga máxima sobre la superficie de la sección recta.

### Resultados de la prueba de compresión

Los datos obtenidos en la industria (tabla 3) nos dicen que la resistencia a la tensión por compresión del poliestireno expandido varia de 30-250 KPa (kilopascales), para compararlos necesitamos los resultados arrojados por la prueba, los cuales están documentados en la tabla 5

Tabla 5 Promedio resistencia a la compresión.

| Probeta         | daN/cm <sup>2</sup>             |
|-----------------|---------------------------------|
| 1               | 6.22                            |
| 2               | 5.98                            |
| 3               | 5.57                            |
| 4               | 5.84                            |
| 5               | 6.13                            |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>5.948 daN/cm<sup>2</sup></b> |

Los datos obtenidos por la prueba se dan en la unidad de medida daN/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a la unidad bar<sup>12</sup>, pero para efectos de comparación se hace la conversión a KPa.

1bar = 100.000 Pa

1000 Pa = 1 KPa

Por lo tanto el resultado promedio de la tensión a compresión es de 594 KPa.

Como conclusión de la prueba se puede decir que la tensión a compresión es mayor en un 137% a los encontrados normalmente en la industria, esto se debe al poder de amortiguación de las perlas espumadas, las cuales son mayores en el material 100% recuperado, por lo tanto es más blando y resiste una carga en su superficie mayor sin ser destruido.

### **2.2.3 Ensayo de flexión**

El ensayo consiste en someter a una deformación plástica una probeta recta de sección plana, en tres puntos. Este ensayo se realizó para verificar cómo se comporta el material con una carga puntual y que tanto se desplaza o flecta hasta el momento de romperse, y si cumple o se asemeja con la resistencia de material virgen (Tabla 3) el cual se encuentra en un rango de KPa 50-375

#### **Condiciones de la prueba**

Para el ensayo se tomaron 5 probetas 120x25x20 mm de material 100% recuperado (ver figura 16)

Figura 16 Probetas ensayo flexión



Se uso una máquina universal de ensayos marca INSTRON, donde el montaje consta de 3 puntos con igual diámetro en la punta equivalente a 10 mm, 2 puntas fijas y una móvil la cual hace el punto de flexión sobre la pieza. (Ver figura 17)

---

<sup>12</sup> Se denomina bar a una unidad de presión

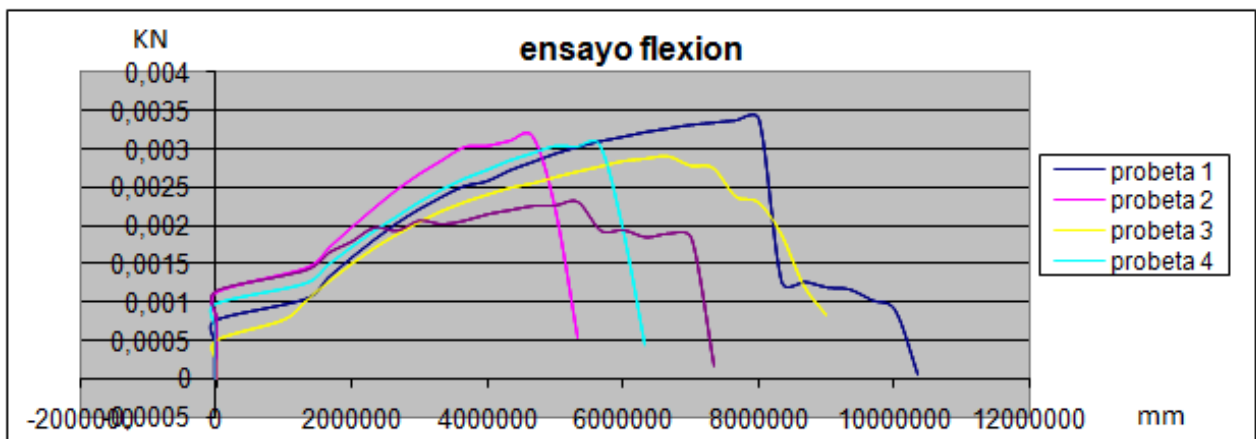
Figura 17 Montaje de la probeta sobre la máquina de ensayos



### Resultados de la prueba de flexión

Para esta prueba se tomaron como referencia la carga máxima soportada por la probeta y el desplazamiento máximo permitido antes de la ruptura. En la figura 18 se muestra el rango de carga de las 5 probetas el cual se encuentra entre 0,0023 y 0,0034 KN

Figura 18 Ensayo de flexión.



### Cálculos

El cálculo de resistencia a la flexión se realiza con la siguiente ecuación:

$$R_f = M/W$$

Donde:

R<sub>f</sub>: resistencia a la flexión

M: momento de flexión en el centro de la porción de ensayo.

W: momento de resistencia de la sección transversal de la porción de ensayo.

El momento de flexión se calcula con la siguiente ecuación:

$$M = F \cdot l_s / 4$$

Donde:

F= fuerza en daN

l<sub>s</sub>= distancia entre los soportes en cm

El momento de resistencia se calcula con la siguiente ecuación:

$$W = b \times h^2 / 6$$

Donde:

b= ancho de la porción de ensayo (cm)

h= altura de la porción de ensayo (cm)

Para todas las probetas.

ls= 10cm

b= 2.5cm

h= 2cm

En la tabla 6 se muestra el cálculo de resultados y el promedio de la resistencia a la flexión del material

Tabla 6 Resultados de la prueba en daN/cm<sup>2</sup>

| PROBETA | FUERZA EN daN | M(daN-cm) | W (cm <sup>3</sup> ) | Rf(daN/cm <sup>2</sup> ) |
|---------|---------------|-----------|----------------------|--------------------------|
| 1       | 0.340         | 0.85      | 1.66                 | <b>0.51</b>              |
| 2       | 0.318         | 0.795     | 1.66                 | <b>0.48</b>              |
| 3       | 0.291         | 0.7275    | 1.66                 | <b>0.44</b>              |
| 4       | 0.305         | 0.7625    | 1.66                 | <b>0.46</b>              |
| 5       | 0.231         | 0.5775    | 1.66                 | <b>0.35</b>              |
|         |               |           | <b>promedio</b>      | <b>0.45</b>              |

Para poder hacer una comparación con el valor real usado en la industria (tabla 3) se hace la conversión a KPa.

1bar = 100.000 Pa

1000 Pa = 1KPa

Por lo tanto la resistencia a la flexión del material 100% recuperado es de 45 KPa, de 50-375 KPa mostrado en la tabla 3, no alcanza a formar parte del rango establecido por la industria. Este resultado puede alterar el diseño del producto ya que no se puede hacer una pieza delgada sometida a un esfuerzo puntual.

#### **2.2.4 Ensayo de determinación de la durabilidad de las uniones adhesivas sometidas a esfuerzos de cizalladura por tensión**

Este ensayo se hizo en base a la norma NTC 5496, y se justifica por la posibilidad de uniones con adhesivo especial para EPS en el diseño, ya que el bloque posee unas dimensiones únicas inmodificables en la producción. En este ensayo es claro

el movimiento de cizalla y es posible medir la tensión aplicada a la probeta hasta que se llegue a un momento de fractura, determinando no solo la durabilidad del adhesivo, sino también la del material.

El objetivo del ensayo está en establecer la durabilidad de las uniones adhesivas traslapadas sometidas a esfuerzo de cizalladura mientras están en contacto con el aire, la idea es comparar el esfuerzo del material virgen actual usado en la industria (tabla 3) el cual se establece en un rango de 25-184 KPa, con la resistencia del nuevo material 100% recuperado

### **Condiciones de la prueba.**

Las probetas del ensayo son 2 porciones de 127x24.5x16 mm pegadas entre ellas media pulgada (12.7mm), (ver figura 19), el adhesivo usado durante la prueba y que se usará para pegar secciones del poliestireno expandido, se llama Atex 340, especializado para pegar EPS o icopor en Colombia, es una pega industrial muy potente y recomendada por expertos del sector, esta pega es realizada por la empresa Pegatex ubicada en Mosquera, cerca a la ciudad de Bogotá.

Figura 19 Probeta de ensayo de cizalla.



El montaje de las probetas se hace en la máquina universal INSTRON (ver figura 20) ideal para el ensayo de tensión a una velocidad de 10mm x s

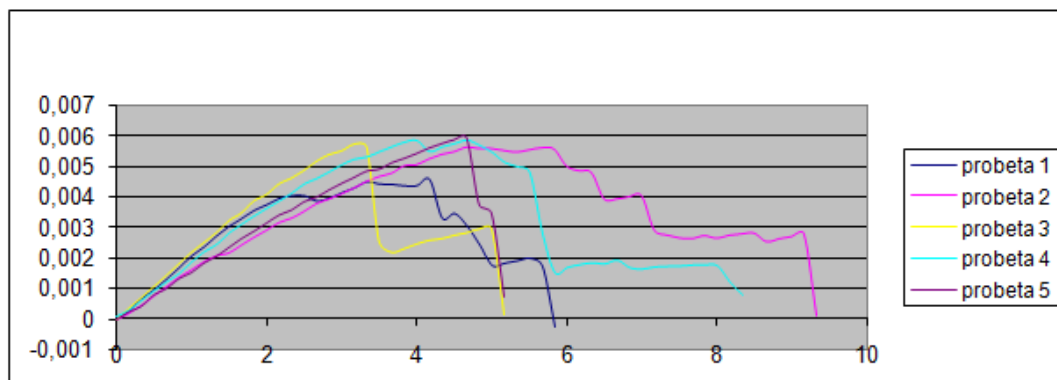
Figura 20 Montaje de la probeta



## Resultados de la prueba

El rango de tensión a cizalla vs el desplazamiento máximo hasta la rotura esta expresado en la figura.21, en esta se observa por colores el comportamiento de cada probeta a tensión hasta que se produce la falla.

Figura 21 Ensayo de la determinación de la durabilidad de las uniones adhesivas sometidas a cizalla



Los resultados específicos se muestran en la tabla 7, expresando la fuerza de tensión en daN/cm<sup>2</sup>

Tabla 7 Resultados de la fuerza de tensión del ensayo

| Probeta         | daN/cm <sup>2</sup>             |
|-----------------|---------------------------------|
| 1               | 0.459                           |
| 2               | 0.562                           |
| 3               | 0.574                           |
| 4               | 0.587                           |
| 5               | 0.558                           |
| <b>promedio</b> | <b>0.548 daN/cm<sup>2</sup></b> |

Al compararlo con la propiedad del esfuerzo de cizalla del material virgen de EPS mostrado en la tabla 3, encontramos que el nuevo material posee un esfuerzo de 54.8 KPa, de 25-184 KPa equivalente a un 70% menos, del rango máximo establecido en la industria, por lo que se puede decir que el material hace parte de este grupo, sin embargo tras la realización de las pruebas, se noto que el material es de difícil manipulación y se mostró frágil a la hora de hacer la prueba.

En el ensayo se comprobó que la pega o adhesivo usado para unir las piezas cumple su objetivo tras permanecer incorporado con las superficies sin mostrar señales de rotura o deslizamiento.

### 2.3 Resumen de las pruebas

En general el material presenta fortalezas y debilidades que afectan el diseño del sistema de descanso. Se encontró que la baja densidad del material es una fortaleza a la hora de hacer que el producto sea liviano y de fácil transporte, así mismo la resistencia a la compresión es un punto a favor por la posibilidad de soportar un peso en la superficie, además de ser un material que por su cualidad de amortiguación no es rígido y permite suavizar la presión en el momento del contacto con el mismo. Sin embargo el material presenta una falencia en cuanto a la fragilidad de flexión y cizalla, ya que es propenso a desmoronarse o de desligarse del enlace de las perlas, tras golpes puntuales o esfuerzos en secciones delgadas. Se recomienda hacer uso de secciones gruesas para evitar desprendimiento de secciones de material o evitar que este se quiebre en las mismas, es de mayor confiabilidad hacer diseños en los que la carga se presente a compresión y no a tensión y flexión.

Las propiedades del nuevo material pueden resumirse en la tabla 8

Tabla 8 Propiedades del poliestireno expandido reprocesado

|   |                        |
|---|------------------------|
| Densidad  | 11.63kg/m <sup>3</sup> |
| Compresión  | 594 KPa                |
| Flexión   | 45 KPa                 |
| Durabilidad de las uniones tras esfuerzo de cizalla | 54.8 KPa               |

Tras el análisis de propiedades se reconoce que el material posee una ventaja en cuanto a la resistencia de pesos a compresión, lo que permite concluir que el material se puede usar para la elaboración y construcción del sistema de descanso, en cuanto sus desventajas de flexión y durabilidad por tensión de cizalla, es posible jugar con formas que permitan un diseño seguro de acuerdo con las propiedades.

Tras analizar las ventajas y desventajas que presenta el material se puede comenzar a hacer una aproximación de cómo, quien y donde se puede hacer uso de un sistema de descanso realizado con poliestireno expandido reprocesado, lo que nos lleva al siguiente paso de este proyecto, buscar un mercado objetivo que aprecie, cuide y se sienta a gusto con un material reciclado.

### 3 MERCADO OBJETIVO

En este capítulo se identifican los diferentes mercados a los que se puede apuntar el sistema de descanso, hecho con el material reprocesado o reciclado, por lo que se hace una comparación de ventajas y desventajas del material respecto a gustos, comportamientos y estilos de vida de cada uno de los personajes que hacen parte del mercado, esto es posible tras una matriz de comparación de beneficios del material con cada mercado mostrado al final de esta sección.

Para ello primero se convierten las propiedades del material en ventajas y desventajas que puedan ser útiles para el desarrollo de un sistema de descanso en general.

#### 3.1 Ventajas y desventajas en cuanto a las características del material reprocesado

Al caracterizar la materia prima reprocesada se conocen cuales son las debilidades y fortalezas del material. (ver tabla 9)

Tabla 9 Lista de ventajas y desventajas del material reprocesado.

| <b>VENTAJAS</b>                             | <b>DESVENTAJAS</b>  |
|---|---|
| Es un material blando                       | Baja resistencia a la flexión   |
| Es liviano                                  | la acción prolongada de la luz UV, hace que la superficie del EPS se torne amarillenta y se vuelva frágil, de manera que la lluvia y el viento la erosionan erosionarla |
| Inodoro (no emite olores)                   | el material requiere protección en su superficie ya que se desgasta con facilidad   |
| No es toxico                                | Se ensucia con facilidad.   |
| Posee muy buena resistencia a la compresión | Sensible a toda clase de disolventes  |
| Moldeable                                   | Altamente inflamable  |
| Resistente a la humedad                     | Se encoje al contacto con el fuego  |
| Aislante térmico.                           |   |
| Aislante acústico                           |   |
| Espuma rígida                               |   |

En la lista se nombran algunas cualidades que son de gran utilidad para el diseño del sistema de descanso, dependiendo del tipo de mercado al que se apunte. Para

conocer cuál puede ser un público apto primero se debe conocer que tipos de mercados existen y que se ofrece a cada uno de ellos.

En la siguiente sección se muestra una investigación exploratoria que se hizo a cada mercado que puede ser un potencial usuario para el diseño del sistema de descanso.

### **3.2 Investigación exploratoria**

Esta investigación se hizo con la intención de saber con mayor claridad cuáles son los tipos de mercado que existen, cuáles son sus intereses, que motiva a las personas del mercado y a cuales se puede apuntar el producto, esto con el fin de facilitar la elección del usuario objetivo con bases lógicas y coherentes que ayuden a sustentar el proyecto.

#### **Tipos de mercado**

El sector mobiliario es amplio en cuanto a los segmentos que apunta, está el mercado infantil, el mercado joven, mercado adulto contemporáneo y el mercado adulto tradicional, entre otros, y para todos ellos existen tiendas y almacenes que se acomodan a su estilo de vida gustos y preferencias que hacen la diferencia para cada mercado.

A continuación se describe para cada mercado una aproximación de sus estilos de vida y el mobiliario que se identifica con ellos, así como el uso de materiales y colores que los favorece o identifica.

#### **3.2.1 El mercado infantil**

El mobiliario infantil es un mercado creciente, la poca oferta existente y la constante demanda hacen de este un nicho con grandes cualidades y oportunidades. Los niños empiezan a manifestar a sus padres sus preferencias con respecto a muchos de los insumos de la unidad familiar haciendo que intenten adecuar sus compras a las preferencias de los hijos siempre que puedan. Las empresas han descubierto lo importante que es estar donde está el niño y los esfuerzos son cada vez más amplios.

La fabricación de muebles que tiene como mercado objetivo a los niños no es un segmento que pueda tomarse a la ligera. Desde su diseño aparecen factores que lo diferencian del mobiliario adulto como la intención en el manejo del color y las

escalas en las dimensiones y antropometría adecuada, así mismo la asignación de elementos que estimulen el crecimiento y comportamientos de los pequeños, como móviles, sonajeros o luces de colores y también está en rigor los requerimientos de seguridad (ver figura 22)

Figura 22 Ejemplo de mobiliario infantil



### **Panorama del mercado.**

El mueble infantil está enfocado a suplir necesidades de mobiliario para niños con edades que van desde los 0 a los 14 años. Teniendo en cuenta que Colombia posee una población de 45 millones de habitantes, de los cuales 8.837.820 son niños entre los 0 a 14 años<sup>13</sup>, la potencialidad que tiene la industria infantil es muy alta, sin embargo este es un mercado inexplorado, con escasos estudios específicos para el sector y escasa normatividad.

Otra generalidad del sector es el hecho que los niños crecen muy rápido y para amoblar un dormitorio infantil hay que hacerlo con elementos claves que puedan desplazarse y transformarse con facilidad , adaptándose a diferentes usos sin perder su funcionalidad, ya que para este tipo de inversiones el objetivo es que la habitación crezca con los niños, y mas con la idea de la tradición colombiana de comprar muebles para toda la vida, es por ellos que mucho diseños de los niños son neutrales en cuanto a sus formas, pero recurriendo al manejo de color como solución.

### **Tipos de materiales**

El material por excelencia es el plástico ya que es un material divertido fácil de moldear y adecuado para niños, especialmente los pequeños entre 3 y 8 años como se puede observar en la figura 23, su resistencia y seguridad, y otras ventajas generales del plástico, hacen que este se puede ensuciar, mojar sufrir

---

<sup>13</sup> [www.dane.gov.co/censo/files/cuadros%20censo%202005.xls](http://www.dane.gov.co/censo/files/cuadros%20censo%202005.xls)  
Niños de los 0 a 14 de edad según el censo del 2005

impactos de los juegos y de otras actividades infantiles con muy poco daño, sin embargo desde el punto de vista estético presenta como desventaja una limitada gama de colores ya que generalmente se comercializan en tonalidades primarias (rojos, blancos, amarillos, azules, naranjas o verdes) y texturas planas. En sus usos más comunes están elementos como mesitas, sillas de estudio, repisas, baúles entre otros.

Figura 23 Material plástico para productos del mercado infantil.



### **Material reciclado como opción de mobiliario infantil**

Por otro lado. El EPS es un plástico que no se asemeja a los plásticos tradicionales ya que es un material espumado con alto contenido de aire. Como material reciclado y revisando las ventajas y desventajas mostradas en la tabla 1 se pueden deducir que es un material seguro por sus ventajas en cuanto al peso, emisión de olores, bajo nivel tóxico en el uso y resistencia a la compresión. Sin embargo a los niños les gusta jugar y divertirse, por lo que algunas de las características del material como su fragilidad, baja resistencia a la flexión y exposición a un uso inadecuado como golpes o patadas es un motivo para convertir el producto en un desechable de bajo ciclo de vida y baja calidad.

### **3.2.2 Mercado joven**

Los jóvenes son en este momento, un grupo mayoritario de la población Colombiana, 12.324.229 de jóvenes de los 14 a 26 años<sup>14</sup>. Si bien es cierto los jóvenes deberían encontrarse disfrutando de un tiempo de intercambios, de relaciones sociales, de continuidad de su proceso educativo, de la posibilidad de equivocarse, probar y reprobando alternativas hasta llegar a elegir su propio camino. Son un grupo etario que los hace poseer una condición determinada por el hecho de pertenecer a ese rango de edad (14 a 26 años según la Ley 375 de 1997).

Ahora bien en cuanto a los gustos a los jóvenes les gusta la música de moda, la moda de vestir moderna, las discotecas, las amistades, soñar despiertos, ir a la

<sup>14</sup> Fuente dane, proyección del 2009 a nivel nacional, [www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06\\_20/p\\_20052011](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/p_20052011)

playa, las atracciones mecánicas los videojuegos, ver los últimos videos musicales, salir al parque o al cine, ver televisión y leer, razones por las cuales son personas que disponen del tiempo libre para relajarse o motivarse por lo que sucede a nuestro alrededor, como el medio ambiente, problemáticas sociales y política. Estando en condiciones de poner muy claro que es lo que quieren y que no les gusta definiendo así sus gustos como persona.

Estos gustos atraen a los mercados de productos para hacer diseños más vanguardistas o fuera de lo común que atraigan la atención de las personas jóvenes, la tecnología, los colores vivos o metalizados, las formas curvas o exóticas son algunas de características que usan los diseñadores para desarrollar productos que les facilite su modo de vida

### **Panorama del mobiliario juvenil.**

A diferencia del mobiliario infantil, el mobiliario joven perdura más en el tiempo, y por lo general son ellos mismos quienes deciden que es lo que quieren comprar, acoplado sus gustos y personalidades en su habitación, la clave de estos productos es la diferenciación, diseños que sean tan atractivos que no solo se quieran comprar sino también conservar.

En Colombia el sector del mueble está muy ligado a diseños tradicionales o muy básicos (ver figura 24), son pocas las empresas que se atreven a hacer diseños audaces, por lo que en el mercado juvenil es común ver las mismas formas o los mismo diseños con colores más llamativos, en Medellín existen algunos almacenes que ponen la diferencia en cuanto a diseños vanguardistas pero tienden a ser costosos ya que son productos importados de los diseñadores europeos o americanos, por lo general el público joven se siente atraído a este tipo de locales pero no poseen el poder adquisitivo para comprar sus productos.

Figura 24 Prospecto del mobiliario joven



## **Tipos de materiales.**

Para el mobiliario joven se emplea una amplia gama de materiales ya que es un mercado que acepta nuevas y viejas tendencias, incorporándolas para hacer diseños únicos y diferentes. Es claro que predominan entre otros, los plásticos, los aceros o aluminio y la madera, ya sea en conjunto o individual. Lo interesante de este mercado es que esta siempre abierto a nuevas posibilidades de tecnologías y conformado de materiales ya sea en su proceso de producción o de ensamble, haciéndolo un mercado muy versátil y amplio en el diseño de nuevos productos. Las telas y los estampados de colores también se incorporan para decorar los espacios juveniles como toques de personalidad y confort al ambiente. No existe una regla para este tipo de mobiliario, la idea es saber combinar, materiales, colores y formas, todo, dentro de un espacio para que el conjunto responda a la necesidad del momento

### **Material reciclado como opción del mobiliario joven**

Como se menciono anteriormente, este mercado abre las puertas a nuevos materiales y proceso, por la diversidad de formas que este demanda y por la posibilidad con materiales para obtener nuevas formas, acabados y texturas. A diferencia del mercado infantil, los jóvenes tiene una noción del cuidado de los productos mucho mas estructurada, hablando en el caso del poliestireno expandido reprocesado como materia prima de elección de un producto joven, las posibilidades de que perdure en el tiempo son mayores, además de las ventajas ya señalas en la tabla 1, se pueden considerar su bajo peso, posibilidad de formado, la constitución blanda del material, y resistencia a la compresión como características a favor para un diseño efectivo en este tipo de mercado.

### **3.2.3 Mercado adulto contemporáneo**

Es un mercado entre los 29 a 50 años aproximadamente ocupado por 10.860.263 habitantes colombianos<sup>15</sup> con posiciones y hábitos muy definidos en cuanto a lo profesional, emocional y familiar. Saben lo que quieren y por lo general les gusta la comodidad y el lujo de la época, la tecnología del momento los envuelve, son prácticos y rápidos. Por esta razón los productos y servicios está destinado en gran medida hacia ellos, mostrándoles una amplia gama de objetos, coches, casa y lugares donde pueden gastar su dinero y sentirse recompensados de la mejor manera, es una estrategia muy bien definida ya que estas personas poseen el

---

<sup>15</sup> [www.dane.gov.co/censo/files/cuadros%20censo%202005.xls](http://www.dane.gov.co/censo/files/cuadros%20censo%202005.xls)  
Adultos de los 29 a 50 años según el censo del 2005

poder adquisitivo para comprar lo que les antoje, decidiendo cómo y cuando lo quieren.

Entre sus gustos encontramos, la música de su época (generación X ) y algunos se acoplan con la música de la nueva generación, les gusta el buen vestir por lo general son elegantes pero con estilo propio, les gusta la comodidad y los diseños simples y modernos, la comunicación hace parte de ellos, los laptops agendas personales y celulares de última tecnología son parte de su rutina diaria, se mantienen informados de los últimos acontecimientos del mundo, como se puede observar en la figura 25 donde se hace un clara referencia del estilo de vida que acoge este mercado.

Figura 25 Prospecto del mercado adulto contemporáneo.



### **Panorama del mobiliario adulto contemporáneo**

Multifacético, híbrido, limpio, colorido, natural, en fin... muchos pueden ser los términos para definir el mueble de hoy, ese que los diseñadores y el mercado conoce como contemporáneo y que reúne en sus creaciones el vivir y sentir de nuestro tiempo. Esto es porque, sin ser un estilo propiamente dicho, el mueble contemporáneo se diseña y fabrica considerando los recursos, materiales y necesidades existentes en su época, lo que da como resultado un mueble ajustado formal y funcionalmente ideal para el mercado presente.

El afán del día de hoy impulsa al hombre actual a buscar flexibilidad, confort, durabilidad y practicidad en los objetos que le rodean y le sirven para trabajar, relacionarse, compartir y vivir. En el caso de los muebles, el diseño actual, coherente con esta idea, ha propuesto piezas de formas lisas, limpias y lineales de poco adorno, más confortables, sencillas y visualmente ligeras. Los espacios y los muebles resultan simplistas, más no poco atractivos, predominan las líneas sencillas y rectas y las formas prácticas y funcionales. Hoy por hoy ningún objeto del hogar puede darse el lujo de ser un mero adorno. Pero más allá de la forma, los muebles también han sufrido importantes cambios en materia funcional. Cada

pieza ha debido ajustarse a las necesidades del momento para ser menos objeto y más servicio.

### **Tipos de materiales**

La moda contemporánea se abre a las diferentes alternativas de materiales que sean útiles, la combinación de madera con materiales como acero y vidrio y la utilización de colores vivos y/o básicos, ha sido ideal. Con ello se da frescura y traslucidez a los diseños, y se amplía la gama de opciones para cubrir los diferentes gustos de los usuarios. Otros materiales que predominan en los muebles contemporáneos y van acordes con la idea de la simplicidad, pero más aún con la vida práctica, son los usados para tapicería, cueros y telas como el cheníl, y las micro-fibras de poco estampado y colores contundentes, que se imponen por ser fáciles de limpiar y mantener. Por otro lado, y pese al auge de materiales livianos, monocromáticos y sintéticos, la madera sigue siendo uno de los más valorados y tradicionales, aun se conservan las tallas, estrías y molduras aunque, de formas muy delicadas y sencillas, además de enchapes en roble, ébano, flor morado, cedro puerto asís y comino crespo, que gracias al buen diseño, han logrado armonizar en el concepto moderno de espacio interior.

### **Material reciclado como opción del mobiliario contemporáneo**

Los materiales reciclados están en su apogeo por la controversia del calentamiento global y los problemas ambientales, lo que conlleva a que este tipo de mercado expanda sus fronteras hacia un nuevo estilo de mobiliario verde, siguiendo con sus diseños prácticos, simples y con un toque de modernismo. El EPS reprocesado es una buena opción para este tipo de mercado, pero entraría en una de las competencias más duras en cuanto a mobiliario contemporáneo, por lo que su diseño tendría que cautivar al usuario mas allá de la razón eco ambiental que se estaría desarrollando, por otro lado la posibilidad de hacer un diseño cómodo, elegante y simple, es muy posible con este tipo de material.

#### **3.2.4 Mercado adulto**

El mercado adulto se estipula en un rango de edades que puede comenzar desde los 40 años en adelante, la edad es muy relativa ya que hay personas que gustan de actividades no tan agitadas como el del adulto contemporáneo, aunque en esta edad se consideran personas un poco más tradicionales y conservadoras en cuanto a sus formas de pensar y modos de actuar, algunas de las características asociadas con este adulto más mayor es el descenso de habilidades sensoriales y capacidad física, es un periodo fructífero del trabajo profesional y creativo, se encuentran atrapados entre el cuidado de adolescentes y ser padres veteranos ,

se da una relativa estabilidad a nivel material y en el campo de las relaciones sociales, la experiencia que poseen logra una mayor integración del conocimiento y de la personalidad, son menos vulnerable a las presiones externas, se saben manejar mejor. (ver figura 26)

Figura 26 Prospecto del mercado adulto.



Algunos de sus gustos son, leer, salir de viaje, conocer nuevas culturas, experimentar con recetas culinarias, les gusta la comodidad en un 100%, la tranquilidad, el confort de los espacios amplios .la gran mayoría, hoy en día, están abiertos a los últimos avances de tecnología, ya sea en la ciencia, la medicina y las telecomunicaciones, haciendo que se sus labores sean más fáciles.

### **Panorama del mobiliario del mercado adulto**

El mobiliario para el mercado adulto ha cambiado con los últimos años, y con la llegada de la tecnología. Si bien se asocia a un adulto con diseños más clásicos y conservadores, no todos prefieren este tipo de mobiliario, existe una combinación entre un estilo contemporáneo y clásico, por lo que encontramos diseños tradicionales y neotradicionales, diseños cómodos elegantes, sobrios y con un toque de modernidad, nada excéntrico ni colores fuertes, ni llamativos, es preferible la neutralidad.

El enfoque tradicional está asociado con los objetos clásicos de elegancia fina, con detalles muy marcados y con algunas curvas sobresalientes en el diseño, mientras que el enfoque neo tradicional es un poco mas simplista menos complicado, pero conservando el toque de elegancia y comodidad que se quiere proyectar.

### **Tipos de materiales**

La madera sin lugar a dudas es el preferido por los diseñadores que proyectan esta tendencia, por ser un material fácil de moldear y de ensamblar, además permite dar acabados y colores que con ningún otro material es posible. El cuero también hace parte de esta tendencia, en sofás, sillones y sillas, resaltando elegancia y status en el diseño, las telas también se muestran en el mobiliario

tradicional y neo tradicional, pero con pocos estampados y colores muy neutros u oscuros.

### **Material reciclado como opción del mercado adulto**

Con las características del EPS reciclado, se podría crear una propuesta interesante combinando lo blando del material con una estructura que le brinde comodidad y elegancia al usuario, pero según información obtenida de la tendencia tradicional y neo tradicional los plásticos, y en especial los reciclados no entran a jugar un papel para el diseño de este tipo de productos, debido a que se intenta mostrar diseños clásicos, elegantes, y simples, en donde el plástico refleja todo lo contrario.

Los tipos de mercados descritos anteriormente tienen diferencias notables en cuanto a gustos, diseño, materiales y colores que emplean, estas diferencias son claves para la elección de un usuario objetivo definitivo que pueda hacer uso del sistema de descanso

Para la elección de este, se hacer una selección por medio de una matriz evaluativa con las ventajas que ofrece el material y las exigencias del mercado descritas anteriormente, esta selección se muestra a continuación en el numeral 3.3

### **3.3 Matriz de selección del mercado**

Con esta herramienta es posible definir el mercado específico en el que se va a centrar el proyecto, y de acuerdo con él, definir el usuario definitivo al que se va a apuntar el diseño. La selección del mercado se hace mediante una matriz comparativa entre las ventajas del material y las características del tipo de mercado explicadas en el punto anterior.

Tabla 10 Matriz de evaluación del mercado objetivo.

| <b>VENTAJAS</b>                             | <b>INFANTIL</b> | <b>JOVEN</b> | <b>A.CONTEMPORANEO</b> | <b>ADULTO</b> |
|---|-----------------|--------------|------------------------|---------------|
| Es un material blando                       | X               | X            |                        | X             |
| Es liviano                                  | X               |              | X                      | X             |
| Inodoro (no emite olores)                   | X               | X            |                        |               |
| No es toxico                                | X               | X            | X                      | X             |
| Posee muy buena resistencia a la compresión |                 | X            | X                      | X             |
| Moldeable                                   | X               | X            |                        |               |
| Resistente a la humedad                     |                 |              |                        |               |
| Aislante térmico.                           |                 | X            | X                      | X             |
| Aislante acústico                           |                 |              |                        |               |
| Espuma rígida                               |                 |              | X                      |               |
| <b>Seleccionado.</b>                        |                 | <b>X</b>     | <b>X</b>               |               |

Los resultados de la tabla 10 se obtuvieron teniendo en cuenta la investigación previa. La “X” establece punto a favor del material con el usuario, el mercado que mas “X” obtuviera es el que mejor se acomoda a la los requerimientos. Los resultados arrojan que el sector más atractivo y que se podría ver más beneficiado es el mercado joven, aunque el mercado adulto contemporáneo también está determinado como un posible mercado interesado.

Para reforzar la selección se realizo una investigación preliminar sobre almacenes de mobiliario que se ajustan a estos mercados, observando el enfoque de los diseños y cuál es el estilo que mas evidencia.

### **3.4 Estado del arte de mobiliario joven y adulto contemporáneo**

Se comenzó haciendo una etnografía de almacenes de la ciudad que se ajustaran al mobiliario joven y contemporáneo.

Almacenes visitados: Matisses, Artica, Romanza, Q design store, Tex decor, Rennise, Ankara, Alevilla, solinoff

### 3.4.1 Mercado local

Esta etnografía del mercado local se limita a los almacenes mencionados anteriormente, en ellos se observaron formas y colores que permitieran clasificar el tipo de mercado al que van dirigidos (ver figura 27)

Figura 27 Mercado local, tiendas ubicadas en el sur de la ciudad.



Se observan formas rectas, texturas planas y en la mayoría de los sistemas de descanso predominan los colores neutros contrastados con otro color fuerte, se evidencia muy pocos diseños enfocados hacia un usuario joven.

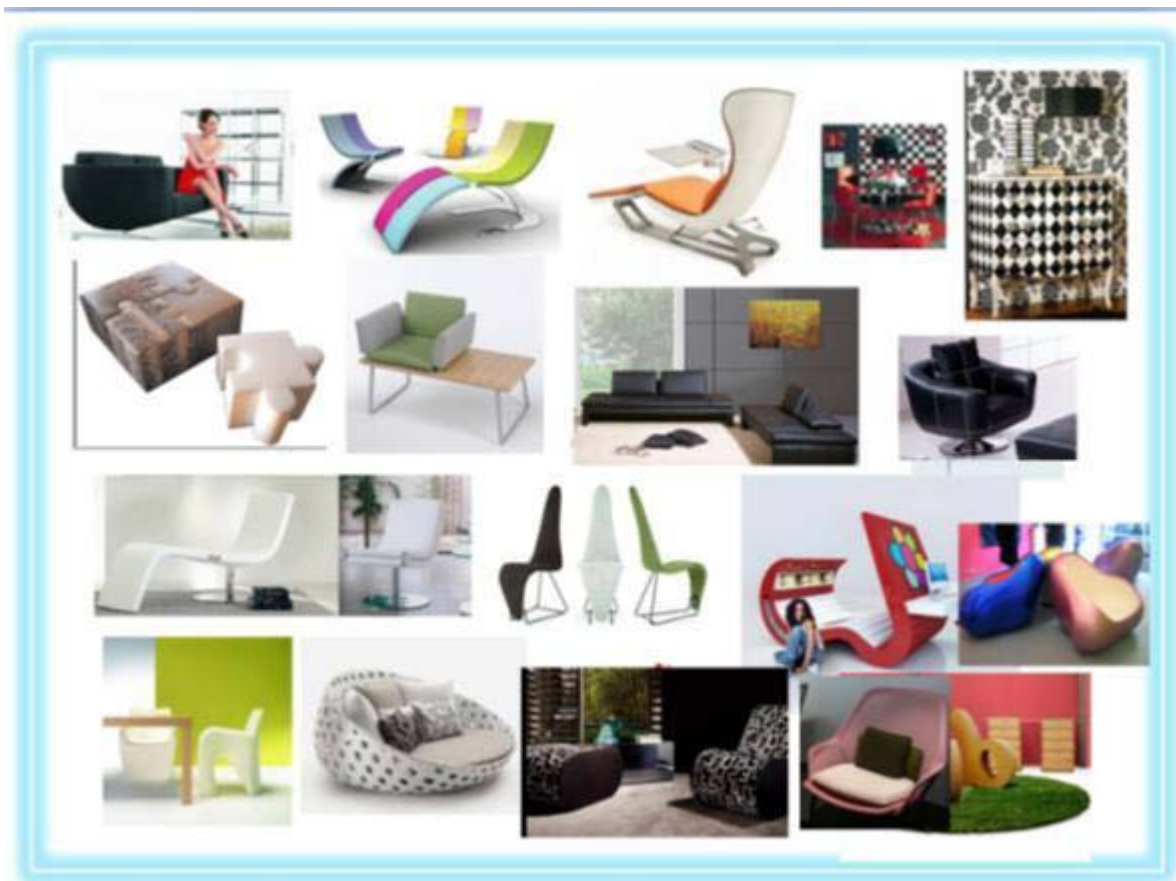
Tras analizar los diseños y los lugares que proveen estos productos, se observa que no se evidencian diseños jóvenes, atrevidos e innovadores, solo algunas tiendas como Q design, o empresas como solinoff en donde se exhiben diseños de talla internacional, y que marcan indudablemente una diferenciación en los demás almacenes de la industria local.

Luego de hacer una aproximación hacia las tendencias locales, se procedió a observar tendencias mundiales en estos tipos de mercado, para identificar el mercado que predomina y en base a ellos tomar una decisión sobre cual mercado elegir

### 3.4.2 *Tendencias mundiales*

Para esta investigación se usa como fuente principal la internet, en ferias como la de milan o la feria del mueble en España, donde se marca la tendencia actual y futura de los diseñadores más reconocidos del mundo, el NY furniture, una empresa reconocida mundialmente por sus diseños en muebles, o bisazza una empresa italiana que juega con texturas y mosaicos en vidrio que le da a los productos un toque de elegancia e innovación que lo diferencia de los demás. A nivel mundial los productos que encontramos son de gran abundancia, en colores forma e innovación, algunos de ellos se muestran a continuación en la figura 28

Figura 28 Tendencias mundiales de mobiliario en sistemas de descanso.



Fuente imágenes: <http://images.google.com.co/images?hl=es&source=hp&q=mobiliario&gbv=2&aq=f&oq=>

Las curvas y los colores son predominantes, los contrastes y los estampados juegan un papel importante en estas tendencias actuales, la comodidad y las formas atrevidas se complementan para desarrollar diseños diferentes. A diferencia de lo observado en el mercado local, se evidencia más color y diseños que se acoplan a un mercado juvenil, hay exploración de nuevos materiales y formas modulares, dándole multifuncionalidad a los productos.

Tras analizar las tendencias locales y globales, se llegó a la conclusión que el mercado adulto contemporáneo es mucho más explorado y existe una gran variedad de productos enfocados hacia ellos en el mercado local, en la variedad de materiales y formas. Es un mercado inundado de diseños y propuestas hacia ellos.

Al mercado joven no se le ofrecen muchas opciones de productos, y es una población que abarca un porcentaje mayor según los datos del DANE en Colombia, por lo que se percibe la posibilidad de impactar este mercado con menor competencia y mayor número de habitantes, además los jóvenes están abiertos a posibilidades de diseño y materiales nuevos, siempre y cuando el diseño valla con su estilo.

### **3.5 El mercado joven**

Se selecciono el mercado joven a partir del análisis de productos de sistemas de descanso, ya que se evidencian muy pocas piezas diseñadas con este enfoque, y pocos almacenes que los mostrara, la evidencia se puede observar en la tendencia del mercado local a comparación con el mercado mundial en cuanto a diseños contemporáneos<sup>16</sup> A su vez encontramos diseños muy bien elaborados simples, modernos con toques elegantes y cómodos pero no se relacionan con los gustos de los usuarios jóvenes. Esto brinda un panorama optimista para diseños que valla con el estilo de vida joven, contemplando formas, figuras o estampados alegres y llamativos que armonicen en un sistema de descanso cómodo y seguro para ellos.

La clave para conseguir el éxito en el mercado joven, según los especialistas, es conocer y entender lo que realmente les interesa y volverse interactivo. Los adolescentes de hoy constituyen la primera generación verdaderamente interactiva, conviven en armonía con la tecnología y la red, no se puede olvidar que es un mercado con un dinamismo increíble, por lo que intentar descifrar lo que les atrae tomando como referencia las experiencias pasadas puede llegar a

---

<sup>16</sup> Contemporáneo hace referencia a lo actual lo moderno según la época.

resultar un rotundo fracaso. El no tan secreto del éxito es el cambio permanente, la innovación, la actualización.

La intención del enfoque joven es cambiar el paradigma de diseños clásicos, tradicionales de muebles con relleno de espuma, o de sillas que no proporcionan un descanso efectivo para el cuerpo, por medio de perspectivas frescas y diferentes que aportan una ventaja en cuento a un diseño diferente, practico, que traiga beneficios emocionales y que se acomode a el estilo de vida que lleva el joven por medio de la interpretación de demandas y deseos que lo motivan

El diseño de producto va de la mano de la tendencia que se impone en el momento, categorizando el producto junto con el usuario que refleja, por lo que la elección de una tendencia se debe hacer de la mano con los requerimientos que se asignan para el diseño. A continuación se presentan algunas de la tendencias que puede seguir el diseño del sistema de descanso

### **3.6 Tendencias del mobiliario**


Se presentan las tendencias que sigue el sector mueble, por medio de la evolución a través del tiempo y los estilos de vida que se generan con el mismo. A través de esta aproximación de tendencias se puede enfocar el diseño de una manera coherente con el usuario y el material EPS reprocesado que se va a usar para la construcción del sistema de descanso.

El mueble, es un compañero legendario del hombre ha sido en muchas ocasiones punto de partida para estudiar su evolución y entender su sentir. Como testigo, prueba, objeto y manifestación de innumerables cambios sociales y culturales vividos por la humanidad, se ha reformado permanentemente, manteniéndose también ligado a esas “tendencias y modas” que surgen y desaparecen con el paso de los años. De esta forma se reconocen objetos relacionados con el Neoclasicismo, el Expresionismo, el Surrealismo, el Modernismo y otra serie de renovaciones nacidos de los hechos, las necesidades y los deseos de cada época. Sin embargo, con el cambio mismo de los tiempos han aparecido nuevos conceptos de tendencia, creando una confusión inconsciente al nombrar un estilo erróneo de un producto, para luego clasificarse popularmente en otro, o se le atribuyen nombres diferentes a los normalmente conocidos.

Dentro de la investigación de tendencias se encuentran diferentes términos hablados globalmente. Para este análisis se tomaron en cuenta varios pensamientos de diferentes autores empresas y países para comprender de una manera más clara y especifica cuáles son las tendencias o movimientos a los

cuales se va a atener el diseño del sistema de descanso, tomando como referencia un artículo de la revista MYM<sup>17</sup> en donde se expresa el conocimiento de un reconocido mentor y experto en el tema de mobiliario en Colombia, Jaime Gutiérrez Lega<sup>18</sup> Pionero del diseño en Colombia. Este análisis se observa en la tabla 11

Tabla 11 tendencias mundiales

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Contemporáneo y modernismo</b></p> <p>Figura 29 Contemporáneo modernismo.</p>  | <p>Quando se habla de mueble contemporáneo, se referirse al objeto diseñado, y producido vigente hoy, sin importar la corriente estilística o conceptual de su origen. Según lo explica Jaime Gutiérrez Lega el mueble contemporáneo de acuerdo a las costumbres y hechos actuales de su sitio y tiempo tiene como característica principal la vigencia y correspondencia con el presente y lo que éste implica, como por ejemplo el recurrir a materiales y técnicas de fabricación propias del momento; sin que esto signifique una relación con el mueble de moda. “Con frecuencia se cree que mueble contemporáneo y modernista son sinónimos y no es así, primero porque el término contemporáneo no hace alusión a un estilo y el modernismo es un estilo, y segundo, porque tratándose de modernismo, las piezas son un pensamiento innovador de la moda y ella admite influencias distintas a las existentes y vigentes en el sitio donde el objeto nace”, explica Jaime Gutiérrez. Es el tipo actual, que vemos aparecer y desaparecen a diario con el vaivén de la moda. (ver figura29)</p> |
| <p><b>Clásico</b></p> <p>Figura 30 Tendencia clásica.</p>  | <p>El mueble clásico ciertamente trae el pasado al presente y la virtud de su permanencia tiene como base, más que el tipo de producción utilizado; la belleza y elegancia de sus formas. En un clásico se reúnen diversas condiciones y grados de refinamiento, detalles que lo hacen propio de un estilo.</p>   |

<sup>17</sup> Artículo revista M Y M El mueble y la madera Alexandra Colorado Castro, Periodista <http://www.revista-mm.com/rev44/art8.htm>

<sup>18</sup> GUTIÉRREZ LEGA, Jaime. Diseñador Industrial. Pionero del diseño en Colombia, docente y conferencista. Miembro de la Asociación Colombiana de Diseñadores. Diseño Industrial “Chowinart Art Institute”, Los Ángeles – California. Diseño de Interiores, “Belmonte Adult School”, Los Ángeles – California. Ingeniería del Mueble, “Instituto Técnico en Lahty”, Finlandia. Ganador de varios premios nacionales e internacionales por distintos productos. E-mail: jgldesign@hotmail.com

|   |  |
|---|--|
|    | <p>Son numerosas las piezas clásicas realizadas por famosos diseñadores en el mundo que, logrando gran perfección se estipulan en ambientes modernos o contemporáneos, dada su actualidad y el aprecio general que las hace dignas de ser conservadas y expuestas. El muebles clásicos, por los estilos que comprende, tienen en Colombia consumidores muy específicos que permanecen en su línea; pero no hay duda que la evolución tecnológica ha provocado profundos cambios en la forma de usarlos y percibirlos (ver figura 30)</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>Vanguardia</b></p> <p style="text-align: center;">Figura 31 Tendencia vanguardista.</p>  | <p>Se denomina para las personas o grupos que anticipan las ideas o tendencias que seguirán en el futuro, el movimiento que es partidario de la renovación, avance o investigación en un campo determinado del saber o ir un paso delante y en el campo de mobiliario introduciendo primero aquel estilo o pieza que aun nadie tiene pero que se supone estará vigente. El vanguardismo más que un estilo es una posición en la que “el vanguardista” crea modas o las retoma de otros lugares para llevarlas donde aun no se conocen;(ver figura 31) su renovar está siempre en función de conocer e imponer primero el estilo, esto no quiere decir que es futurista y las piezas tiene una vigencia muy corta hasta que se popularizan.</p> <p>El mueble de vanguardia hoy, se caracteriza por su aparente sencillez, volumetrías bien definidas, materiales naturales y contrastantes. En términos generales, hablar de muebles de vanguardia o estilos vanguardistas en Colombia, no es una tendencia general, pues para nuestra cultura el mueble tiene un significado más íntimo y se cambian con menos frecuencia que otros artículos. Todo está en el gusto y las posibilidades del consumidor.</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>Mueble Futurista</b></p>  | <p>El mueble futurista representa aquel que está más allá de lo contemporáneo, da la idea de avanzar en el tiempo, materializa en el objeto aproximaciones al futuro y recrea formas, usos, servicios y materiales que podría tener o incorporar el objeto partiendo, principalmente, de los desarrollos tecnológicos actuales. (ver figura32)</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>Figura 32 Tendencia futurista.</p>    | <p>De hecho si se produce un material nuevo o un diseño especial para sobrevivir en un clima diferente por ejemplo, éste seguramente llevará a la producción de muebles ideales para esa nueva condición de vida pues, por lo general, los avances importantes de la ciencia e incluso sus simples propuestas terminan siendo aplicadas y se vuelven contemporáneas, aunque originalmente hayan sido futuristas.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Minimalismo</b></p> <p>Figura 33 Tendencia minimalista</p>  | <p>El minimalismo puede entenderse como una forma de purismo en el que la ausencia de detalles y adornos es la esencia del estilo y la particularidad del mueble; la idea es recurrir a lo mínimo para producir el máximo de reacción emocional. Estéticamente se habla de una obra reducida a unas formas geométricas estrictas, un estilo de superficies planas, poca decoración, limpieza, líneas rectas, colores elementales, sobriedad extrema y materiales muy fríos, particularidades que incluso han llevado a catalogarlo por muchos, como exageradamente rígido e inhumano, dado que la calidez de lo orgánico, lo artesanal y lo técnico en él, simplemente está ausente.(ver figura 33)</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>Higt Tech</b></p> <p>Figura 34 Tendencia higt tech.</p>    | <p>Significa, Alta tecnología y por ende la producción de elementos bajo el rótulo de Higt Tech, incluidos los muebles, implica necesariamente el empleo de materiales de alta tecnología transformados también a través de procesos de avanzada: troqueles que funcionan por control numérico, troquelados, doblados, remaches industriales hechos en serie, entre otros (ver figura 34)</p> <p>El segmento está muy relacionado con la capacidad industrial y desarrollo de materiales nuevos, como pueden ser el hallazgo de un plástico de alta resistencia o la producción de un policarbonato, que no cualquiera puede lograr, y que aplicado en mobiliario hace el elemento Higt Tech. Esto significa de paso que no estamos hablando de un estilo apuntando a las formas sino más bien a un producto final reflejo de su proceso específico.</p> <p>En Colombia, lo más cercano al término Higt</p> |

|   |   |
|---|---|
|   | tech, podrían ser los muebles de oficina abierta, aquellos que involucran materiales y procesos más complejos de lo tradicional.  |
| <b>Ecléctico: Más que Definición, una Situación</b> | El Eclecticismo, un “pseudo-estilo” que reúne características de varios movimientos para originar híbridos que son, de alguna manera, manifestación de ese mueble contemporáneo que se nutre de todo pero no pertenece a nada. En un estilo ecléctico los objetos no son clasificables, son mezcla de muchas corrientes, y puede verse en los hogares comunes donde tampoco hay una orientación en el diseño de los ambientes, sino que se recogen muchos elementos y con ellos se arma el espacio. |

Hablar de las tendencias, como una regla general, resulta aventurado y subjetivo pues no solo cambian según el lugar y sus condiciones sino que están ligadas a las filiaciones y manifestaciones de los individuos, hasta el punto que hoy, en las ferias de diseño y mobiliario más importantes del mundo, pueden hallarse muebles de todos los estilos sin distinguirse una tendencia clara, o registrarse una influencia predominante del un sitio que difícilmente se aplica en otro lugar por materiales autóctonos o tecnología regional. El peligro está en no considerar las particularidades del mercado local, no hay que olvidar que la duración de las modas es impredecible.

Esta aproximación de las tendencias que nos rodean actualmente pueden hacer que junto con el usuario y el material tenga coherencia el diseño, la elección de una tendencia en este punto del proyecto puede ser arriesgado, ya que para ello es necesario tener claro las necesidades, deseos y demandas del usuario, y luego relacionarlo con una tenencia específica, lo que nos lleva a la sección siguiente, la investigación del mercado, para obtener información necesaria y tomar las decisiones de formalización del producto, teniendo en cuenta la tendencia más apropiada para la creación de un diseño afín con el usuario.

### **3.7 Investigación del mercado**

Esta investigación se realizo con el fin de definir cuáles son las necesidades del usuario joven y cuáles son sus opiniones respecto a lo que se considera un sistema de descanso, para este estudio se realizo una encuesta general, una etnografía y finalmente una entrevista.

### 3.7.1 Encuestas

Se realizaron 23 encuestas, (ver anexo1 tabulación de los resultados de las encuestas) en ellas se identifico lo que el usuario conoce por sistema de descanso, cuales son las actividades que relaciona con ello y que medio utiliza para hacerlo, también se identifico que clase de tendencia es la que están adoptando o les gustaría adoptar.

Preguntas de las encuestas. y respuestas tabuladas.

Que entiendes por descansar.

- Acostarse
- Sentarse
- Arrodillarse
- Pararse

|              |    |
|--------------|----|
| Acostarse    | 18 |
| Sentarse     | 6  |
| Arrodillarse | 0  |
| Pararse      | 0  |

En tus ratos libres que te gusta hacer.

- Leer
- Ver TV
- Dormir
- Escuchar música
- Jugar (PlayStation, nintendo, XBOX, etc)
- Usar el PC.
- Otro (cual)

|                 |    |
|-----------------|----|
| Leer            | 2  |
| Ver tv          | 12 |
| Dormir          | 4  |
| Escuchar música | 4  |
| Jugar           | 2  |
| Usar PC         | 9  |

Con cuál de las opciones anteriores consideras que puedes descansar.

|        |    |
|--------|----|
| Ver tv | 12 |
| Dormir | 11 |

En que parte de la casa te gusta realizar la actividad que elegiste?

- Alcoba
- Sala
- Biblioteca
- Terraza/balcón
- Otro (cual)

|                |    |
|----------------|----|
| Alcoba         | 12 |
| Sala           | 8  |
| Biblioteca     | 4  |
| Terraza/balcón | 1  |

Que medios físicos utilizas para descansar

- Cama
- Silla
- Mueble
- Hamaca

|        |    |
|--------|----|
| Cama   | 19 |
| Silla  | 2  |
| Mueble | 5  |
| Hamaca | 1  |

¿Que desventajas encuentras en el medio físico que elegiste?

- Incomodo
- Grande
- Feo
- Rígido
- Pequeño
- Blando
- Otro (cual)

|          |   |
|----------|---|
| incomodo | 4 |
| grande   | 3 |
| feo      | 1 |
| rígido   | 3 |
| pequeño  | 2 |
| blando   | 2 |
| ninguno  | 5 |
| estático | 3 |

En cuanto a tus gustos, te gustan los diseños

- Simples
- Clásicos
- Modernos

|          |    |
|----------|----|
| Modernos | 12 |
| Clásicos | 2  |
| Simples  | 8  |

En general de las encuestas se obtuvo, que los usuarios jóvenes prefieren descansar viendo televisión, ya que el cuerpo se encuentra en un estado de absoluto descanso sin estar dormido, además, permite despejar la mente y cuerpo al mismo tiempo. Se encontró que los lugares donde por lo general se desarrolla esta actividad son la alcoba, la sala, o biblioteca, por ser lugares cómodos y propios para descansar. Entre los medios usados para hacer esta actividad esta la cama, como el lugar preferido para hacerlo, aunque no se descarto la idea de un sillón o mueble cómodo que permita relajar el cuerpo, se encontró que este tipo de usuario prefiere diseños modernos que se sean acordes con la época, en este caso diseños contemporáneos, simples pero que tengan un toque moderno nada escandaloso o raro, que a simple viste proponga la idea de descanso del cuerpo, que inspire tranquilidad.

En general los usuarios consideran como sistema de descanso a aquellos elementos que permitan acomodar el cuerpo de una manera adecuada para poder relajar los músculos y extremidades del cuerpo sin tener que hacer esfuerzos, que les permita también sentirse a gusto, que no les genere estrés, ni incomodidad, lo que se puede lograr por medio de formas anatómicas que se acomoden a la espalda y glúteos, y con el uso de colores y texturas que le den una apariencia agradable y sobre todo si recargas al sistema de descanso.

### **3.7.2 Entrevistas**

Se realizaron 8 entrevistas a personas a jóvenes. Como no es posible cuantificar información obtenida de entrevistas se hizo un resumen de las opiniones dadas que se presenta en la tabla 11.

Tabla 12 Resultados generales de las entrevistas.

|   |   |
|---|---|
| ¿Qué entiendes por sistema de descanso?   | Sofá grande confortable, lugar donde pueda relajarme, dormir , hacer pereza, un sofá o silla reclinable, relajarse para pasar un rato, apoyo de pies espalda y cabeza                 |
| ¿De qué forma consideras tu que descansas durante el día?   | Durmiendo, Haciendo pausas en la cotidianidad<br>sentándome en una silla, ver televisión, recostando la espalda   |
| ¿Cuál sistema de descanso es el que más usas y porque?  | La Cama, sofá, silla reclinable, silla con apoyo de cabeza.   |
| ¿Que tan a menudo cambias el mobiliario en el hogar?  | Establecido en un rango de 1 o 6 años<br>O hasta que se dañe  |
| Tu como persona joven que estilo de decoración te gusta o ¿con qué tipo de tendencia te identificas y porque?               | clásico, simple y juvenil, moderno, contemporáneo, sencillo, descomplicado, formas simples, minimalista   |
| ¿En cuento a tus gustos ¿qué colores y formas prefieres a la hora de comprar mobiliario (muebles)?                          | Colores oscuros, blanco, negro, aluminio, café, colores neutrales. Formas cuadradas, simples, rectas, pocas curvas  |
| Si hubiera la posibilidad de diseñar un sistema de descanso que se acomode a tu estilo de vida ¿como te gustaría que fuera? | Suave, cómodo, no extravagante, donde uno se pueda recostar, una silla reclinable, cama grande muy acolchada, formas simples, amplio y acolchado que tenga soporte para pies y cabeza |
| ¿Que tanto estarías dispuesto a pagar este sistema de descanso para tu hogar?(cifras \$)                                    | Rengo aproximado de \$ 200.000 a \$ 1.500.000   |

La gran mayoría son estudiantes de universidad entre los rangos de 19 a 27 años, unos pocos eran empleados, y ya se sostienen económicamente, un 70 % aun vive con sus padres y dependen económicamente de ellos.

Según la pregunta ¿Qué consideras por sistema de descanso? se identifico que “relajarse” es la palabra clave al hablar de este tipo de sistema, hacer pereza reposar despejar mente y cuerpo son algunas de las palabras asociadas con actividades como ver televisión leer y estar en el computador, ya que este tipo de usuario tiende a ser absorbido por la era de la tecnología y la informática, jugando un papel dentro de sus rutinas. También se habla de pausas en la cotidianidad, debido a que sus labores absorben la mayoría del tiempo en la semana, por lo que hacen una pausa en las noches o los fines de semana. El medio principalmente usado es la cama, un mueble cómodo o una silla reclinable, usualmente que estén frente al televisor para despejarse de lo que sucede alrededor. Normalmente los sistemas que el usuario relaciona con descanso tiene una duración aproximada de 5 años pero la decisión de cambiarlos está muy ligada al uso, si ya no está en condiciones, está feo o viejo, ya que no está dentro de nuestra cultura renovar

espacios cada año y por ende son sistemas que duran hasta el paso de generaciones.

En cuanto a gustos y preferencias para la elección de sistemas mobiliarios, se piensa que formas simples, prácticas pero modernas, que ofrezcan descanso y confort al cuerpo. Las gamas de colores vivos oscuros son muy relacionados a este tipo de usuarios, los colores neutros que puedan ser combinados y aplicados a cualquier espacio, combinaciones de colores que le den estilo y vida a un lugar sin ser vulgar o muy recargado, no les gustan las cosas que generen estrés, y eso se debe a que las tendencias actuales, es especial el contemporáneo, motivando hacia lo simple y práctico. Dicho esto se puede hacer una aproximación de la tendencia, en la parte de colores y formas en donde la tendencia contemporánea cumple con lo solicitado por el cliente, colores neutros, como el uso de blanco negro o gris, los cuales se pueden combinar con texturas o estampados que le den un toque de elegancia al producto.

Haciendo una aproximación al diseño confortable que el usuario quisiera tener, se encontró que el descanso de los pies es indispensable, por lo que una forma de elevarlos es un requerimiento que el 80 sugirió, también el hecho de que sea simple y que se acomode a varios espacios, la intención es jugar con dimensiones que permitan que se acomode a cualquier espacio, también se tuvo en cuenta el aspecto monetario, cuanto estarían dispuestos a pagar por un sistema de descanso que no solo sea cómodo sino también amigable con el medio ambiente? Hay una estimación de \$200.000 a \$1.500.000, claro está que esta cifra depende de las funciones y los beneficios funcionales y estéticos que brinde el producto.

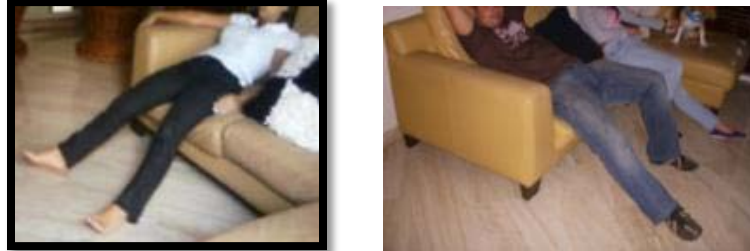
### **3.7.3 Etnografía**

La etnografía es una observación del comportamiento del usuario en diferentes tareas, esto con el fin de aclarar o despejar dudas para realizar los requerimientos del producto. Este estudio se realizó para comprender la actividad de descanso al ver televisión. Se observaron las posturas, el tiempo aproximado en que se cambian, y los movimientos que se hacen durante esta actividad, la etnografía no presenta datos tabulados, el resumen se presenta a continuación.

Inicialmente las personas jóvenes, adoptan una postura correcta al sentarse en un mueble, si es una cama, las posturas son diferentes, ya que se acomodan las almohadas de tal modo que den altura y soporte a la espalda. Luego se empiezan a cambiar las posturas, si es un mueble las personas tratan de acomodar los pies encima de este, o miran la forma de asentar un poco la espalda para darle menos rigidez, es decir se deslizan hacia abajo formando un ángulo obtuso entre la

espalda y las piernas. (ver figura 35) En el caso en que el joven está en la cama los deslizamientos varían de abajo hacia arriba, ya que si se presenta una inclinación mayor, es posible que ocurran dolores en el cuello y espalda.

Figura 35 Postura de sentado.



Se observo que en los muebles que no poseen apoyo de brazos los movimientos de cambio de postura son mas repetitivos, se deslizan hacia los lados o entrelazan las piernas formando un “carrizo”, o tratan de montar los pies al asiento de varias maneras, (ver figura 36) a diferencia de los muebles que traen un apoyo de brazos en donde hay cierto sentido de seguridad, igualmente se alteran las posturas, pero con menos continuidad. El apoyo en los pies es un aspecto muy importante ya que como se noto anteriormente los jóvenes tienden a no dejar los pies en el suelo, sea montando uno solo o los dos, es muy común ver este tipo de posturas, así mismo se observo que algunos prefieren el uso de un cojín detrás de la espalda o sobre ellos para ver televisión, además recuestan la cabeza cuando desean sentir una comodidad mayor sobre puntos vulnerables de descanso, entre los que se encuentra, espalda, cabeza y pies.

Figura 36 Levantamiento de los pies en el asiento



Luego de tener la información sobre las necesidades y pensamiento del cliente, se puede comenzar con la etapa de diseño, la cual se describe en el capítulo siguiente.

## **4 DISEÑO DEL PRODUCTO**

En esta etapa del proyecto se consideran los aspectos investigados hasta el momento para aproximarnos al diseño, por medio de alternativas, hasta seleccionar una propuesta valida y que cumpla con las expectativas del cliente

Para realizar el diseño, primero es necesario interpretar las sugerencias del usuario joven de acuerdo con sus demandas y deseos consignadas en el capitulo anterior.

### **4.1 Definición de la idea.**

Construir un sistema de descanso para un usuario joven el cual aprecie las practicas medioambientales que se hacen a través del producto con un diseño sobrio y moderno, evocando una tendencia contemporánea que le de valor agregado. Haciendo uso del eco-mueble como opción de enfoque del proyecto, se pretende darle un ciclo de vida más largo a este material que siempre ha sido nombrado como un desechable, y constituir a partir del diseño un producto estéticamente aceptado y cómodo ergonómicamente, que no implique un impacto negativo para el medio ambiente.

#### **4.1.1 Definición del usuario.**

El usuario seleccionado es una persona joven establecida en un rango de los 20 a 26 años, por lo general son estudiantes de universidad o están comenzando la vida laboral. Es un joven que posee criterios para establecer sus propios gustos y aprecia el diseño de los productos, es el que decide que quiere comprar, y en ocasiones posee la capacidad para hacerlo el mismo. Es un usuario alegre divertido por lo general no tiene preocupaciones económicas, le gusta escuchar música de moda (reggaetón, electrónica, vallenato), las formas de vestir moderna, (tendencias contemporáneas) las discotecas, las amistades, soñar despiertos, las atracciones mecánicas los videojuegos, ver los últimos videos musicales, salir al parque o al cine, ver televisión y leer; razones por las cuales son personas que disponen del tiempo libre para relajarse o motivarse por lo que sucede a nuestro alrededor, como el medio ambiente, problemáticas sociales y políticas.

Para ellos es importante su realización personal ya sea en el estudio o al conseguir un empleo, conseguir sus sueños mantener una buena relación familiar con sus padres, al ser una etapa tan crítica del paso a la adolescencia a la adultez

tiene repentinos cambios de ánimo y son fácilmente influenciados por personas que admiran. En la figura 37 se muestra el prospecto del usuario objetivo.

Figura 37 Usuario joven.



Basados en el estudio de las encuestas, entrevistas y etnografías, previamente tabuladas, se puede concluir:

- Les gusta divertirse, más que todo en compañía de amigos.
- No tienen responsabilidades, más que la del bienestar de ellos mismos
- El estudio es una de las principales prioridades de su vida.
- La mayoría son extrovertidos y les gusta decir lo que piensan en el momento
- Prefieren ver televisión como forma de descanso y relajamiento
- Se identifican con estilos que van ligados a la tendencia contemporánea
- Por lo general no les gustan las cosas demasiado atacadas o demasiado clásicas
- Se dejan llevar por la era de la tecnología y se adaptan fácilmente a las tendencias del medio

#### **4.1.2 Contexto.**

Teniendo en cuenta el análisis y las respuestas dadas por los usuarios, no hay un lugar específico para relajarse y ver televisión, ya que existen varios contextos dependiendo de los lugares donde se sienten más a gusto, dormir y descansar están dentro de los contextos de una sala o el dormitorio, concentrándonos más en el tipo de usuario joven, es claro que la alcoba es el lugar preferido para descansar en donde poseen su propio espacio y se siente satisfacción y comodidad de hacer lo que le plazca, sin embargo hay alcobas que no se prestan para almacenar un mueble o una silla de descanso, y sería más propicio usar una sala para acomodar un sillón o un sistema cómodo cerca del televisor, ya que

en la mayoría de los hogares hay un espacio fuera de las alcobas para una sala de televisión, o biblioteca. Dicho esto se define entonces el contexto como el lugar donde el usuario crea que sea pertinente acomodar un sistema de descanso que le permita acomodarse para ver televisión.(ver figura38)

Figura 38 Contexto



Luego de tener una perspectiva más clara sobre los deseos del cliente, se procede con la metodología ya mencionada en el capítulo 1 donde se muestra la ruta que toma el proyecto desde el comienzo de la investigación hasta la construcción del prototipo. Siguiendo esta ruta el paso siguiente es hacer una lista de especificaciones técnicas o PDS descritas en la sección siguiente.

#### **4.2 PDS (especificaciones de diseño de producto)**

El PDS es una lista de especificaciones técnicas que ayudan a guiar el proceso de diseño, teniendo en cuenta las demandas y deseo de los usuarios. (ver tabla 13)

Tabla 13 PDS Especificaciones de diseño de producto

| ELEMENTO    | #  | NECESIDAD                                    | INTERPRETACION  | MEDIDA           | UNIDAD | VALOR   | IMPORTANCIA | D/d |
|-------------|----|--|---|------------------|--------|---------|-------------|-----|
| calidad     | 1  | que dure mucho                               | el sistema posee un ciclo de vida largo                           | tiempo           | años   | 50-70   | 2           | d   |
|             | 2  | que no se dañe con facilidad                 | los materiales del sistema son resistentes a golpes               | R. impacto       | KPa    | 30-250  | 5           | D   |
|             | 3  | que el sistema sea confiable                 | los materiales son resistentes                                    | duración         | años   | 100-500 | 5           | D   |
| competencia | 4  | que sea mas cómodo que los actuales          | el sistema adopta medida de postura antropométrica adecuada       | Ángulos (anexo2) | grados | 120     | 5           | D   |
|             | 5  | que sea más moderno que los actuales         | el sistema sigue una tendencia propia para el mercado             | tendencia        | #      | -       | 5           | D   |
|             | 6  | que se acople a diferentes lugares           | el diseño del sistema se acomoda al contexto                      | partes casa      | #      | 1 a 3   | 3           | d   |
|             | 7  | que el precio sea menor que los actuales     | el precio está acorde al diseño y al mercado                      | pesos            | \$     | 500-1   | 4           | D   |
| peso        | 8  | que su peso sea adecuado                     | el peso del sistema es proporcional a su tamaño                   | peso             | kg     | 45-80   | 3           | d   |
|             | 9  | que el diseño sea atractivo a otros mercados | el diseño del sistema es versátil para el uso diferentes personas | peso             | kg     | 45-80   | 5           | d   |
|             | 10 | que se pueda trasportar con facilidad        | el peso es adecuado para su transporte                            | peso             | kg     | 45-80   | 5           | D   |
| manufactura | 11 | que sus partes sea de fácil remplazo         | el numero de piezas del sistema es reducido                       | piezas           | #      | 5 a 10  | 2           | d   |
|             | 12 | que los materiales sean fáciles de conseguir | la materia prima es de fácil consecución                          | volumen          | m³     | 0.      | 5           | D   |
|             | 13 | que el proceso de producción sea fácil       | el proceso de producción es rápido                                | tiempo           | horas  | 2 a 5   | 3           | D   |
| tamaño      | 14 | que tenga un tamaño adecuado para el uso     | las medidas del sistema son adecuadas para el usuario             | volumen          | m³     | 144     | 4           | d   |
|             | 15 | que ocupe un espacio aceptable               | el tamaño es adecuado para el contexto                            | volumen          | m³     | 144     | 3           | d   |
|             | 16 | que solo sea para una persona                | el tamaño del sistema es apto para una sola persona               | área             | m²     | 120     | 4           | d   |
| precio      | 17 | que el precio sea bajo                       | el precio del sistema es económico                                | pesos            | \$     | 500-1   | 3           | d   |
|             | 18 | que el precio esta acorde al diseño          | la relación precio/forma es adecuada                              | pesos            | \$     | 500-1   | 4           | D   |
|             | 19 | que el precio este acorde con el proceso     | el precio de la producción es adecuado                            | pesos            | \$     | >100000 | 4           | D   |
| desempeño   |    | que tenga varias funciones                   | el sistema se adapta para adquirir diferentes formas              | piezas           | #      | 0-1     | 5           | D   |
|             | 20 | que pueda descansar en el                    | el diseño posee formas adecuadas para el descanso del cuerpo      | Ángulos (anexo2) | grados | 90>180  | 4           | D   |
|             | 21 | que tenga apoyo para los pies                | el diseño del sistema permite apoyar los pies                     | longitud         | m      | >1.50   | 4           | d   |

|           |           |  |   |                  |                |           |   |   |
|-----------|-----------|--|---|------------------|----------------|-----------|---|---|
|           | <b>22</b> | que se fácil de usar                             | el diseño del sistema es simple                                   | piezas           | #              | 5 a 10    | 3 | d |
|           | <b>23</b> | que no emita sonidos cuando lo use               | el uso del sistema es silencioso                                  | frecuencia       | hz             | 20-50     | 3 | d |
|           | <b>24</b> | que tenga apoyo para la cabeza                   | el diseño del sistema permite reposar la cabeza cómodamente       | altura           | m              | 1.2       | 4 | d |
| estética  | <b>25</b> | que no sea muy atacado                           | el sistema posee un diseño simple y moderno                       | piezas           | #              | 5 a 10    | 4 | d |
|           | <b>26</b> | que no sea muy colorido                          | el sistema posee una proporción de colores adecuada               | colores          | #              | 1 a 3     | 3 | d |
|           | <b>27</b> | que tenga superficies de fácil limpieza          | el sistema posee texturas antiadherentes                          | fricción         | $\mu$          | 0.05-0.20 | 3 | d |
| ergonomía | <b>28</b> | que la altura del sistema este acorde a su uso   | el diseño posee una altura proporcional a las medidas del sistema | altura           | m              | 1.2       | 5 | D |
|           | <b>29</b> | que me pueda recostar con facilidad              | las medidas del sistema son adecuadas para el usuario             | Ángulos (anexo2) | grados         | 90>180    | 5 | D |
|           | <b>30</b> | que me pueda bajar fácilmente de el              | las medidas del sistema son adecuadas para el usuario             | volumen          | m <sup>3</sup> | 144       | 4 | D |
| seguridad | <b>31</b> | que no se vuelque con facilidad                  | el diseño del sistema es estable                                  | peso             | kg             | 45 a 80   | 5 | D |
|           | <b>32</b> | que no sea muy liso                              | el sistema posee texturas que evitan el deslizamiento             | fricción         | $\mu$          | 0.05-0.20 | 2 | d |
|           | <b>33</b> | que el material no sea perjudicial para la salud | el material no contamina ni es toxico en el uso                   | Toxicidad.       | %              | 0         | 5 | D |





















### 4.3 Formalización del diseño.

El proceso de formalización parte de tener las especificaciones técnicas desarrolladas en el PDS, para luego relacionarlas con formas, esquemas o productos que ayuden a solucionar las necesidades del cliente presentadas en alternativas que dan una aproximación a la propuesta definitiva.

Una de las herramientas que permiten este acercamiento es el uso de una matriz morfológica. Esta matriz permite relacionar productos que cumplen una función específica del PDS, para luego unirlos y dar como resultado unas rutas lógicas que permiten el desarrollo de alternativas, que sean satisfactorias con lo pedido por el cliente (ver tabla 14).

#### 4.3.1 Matriz morfológica.

Tabla 14 Matriz morfológica.

| REQUERIMIENTOS                  | OPCION 1  | OPCION 2  | OPCION 3   | OPCION 4  | OPCION 5  |
|---------------------------------|---|---|--|---|---|
| Que descansen los pies          |   |   |   |   |   |
| Que descansen la cabeza         |  |  |  |  |  |
| Que descansen espalda y piernas |  |  |  |  |  |
| Apoyo o almacenador             |  |  |  |  |  |

-  Ruta 1
-  Ruta 2

**Ruta 1:** esta ruta sigue la opción de un descanso de pies incorporado en el diseño, que tome los mismos aspectos de color y forma pero que se pueda remover en caso de que no se necesite. El apoyo de la cabeza se encuentra establecido en el espaldar tomando una altura apropiada para el apoyo de la cabeza, sin que se vea obvio el apoyo, utiliza un sistema completo para el apoyo de pies y espalda, jugando con ángulos que proporcionen estabilidad y comodidad, y finalmente un apoyo para ambos brazos a una altura considerable del asiento.

**Ruta 2:** sigue un apoyo de pies unido al sistema del asiento, evitando piezas de más pero garantizando más longitud en la medida, un apoyo de la cabeza más obvio y cómodo para garantizar una posición óptima de descanso en esta área, al igual que en la ruta 2 el apoyo de espalda y piernas está unido formando un ángulo apropiado a las medidas de los mismos, y finalmente evita el apoyo de los brazos por un apoyo de objetos que pueda ser usado en caso que se requiera.

Teniendo en cuenta estas rutas es posible comenzar con el acercamiento de las alternativas, pero para poder hacer unas propuestas coherentes y de atractivo estético para el usuario, se recurre a otro método que ayude a complementar la parte formal y funcional, esta herramienta es el uso de Mood Boards, los cuales son una agrupación de figuras formando un collage en donde se identifican colores, formas, estilos de vida, funciones y muchas otras cosas que son de utilidad para darle al diseño un sentido más estético y coherente con el usuario que se selecciono.

#### **4.3.2 Mood boards**

Con la ayuda de los boards se establecen parámetros de gustos y colores que junto con las rutas de la arquitectura de producto dan inicio para la generación de alternativas.

El primer Mood board es el de **Estilo de vida**, presentado en la figura 39, en el se exponen imágenes de lo que el usuario hace en su diario vivir.

El segundo Mood board de **Producto**, presentado en la figura 40, hace alusión a los artículos que hacen parte del usuario joven, productos que son diseñados para ellos y con los que se identifican.

El tercer mood board es el de **Emoción**. Este Mood board presentado en la figura 41, se realizó en base a lo observado en las imágenes de estilo de vida, tiene que ver con lo que se percibe del usuario, y se traduce como el motivo, o lo que debe mostrar el diseño del producto.

Figura 39 Mood board estilo de vida del usuario.



Figura 40 Mood board productos relacionados con el usuario.



Figura 41 Mood board emoción relacionada con el usuario



### 4.3.3 Exploración de formas

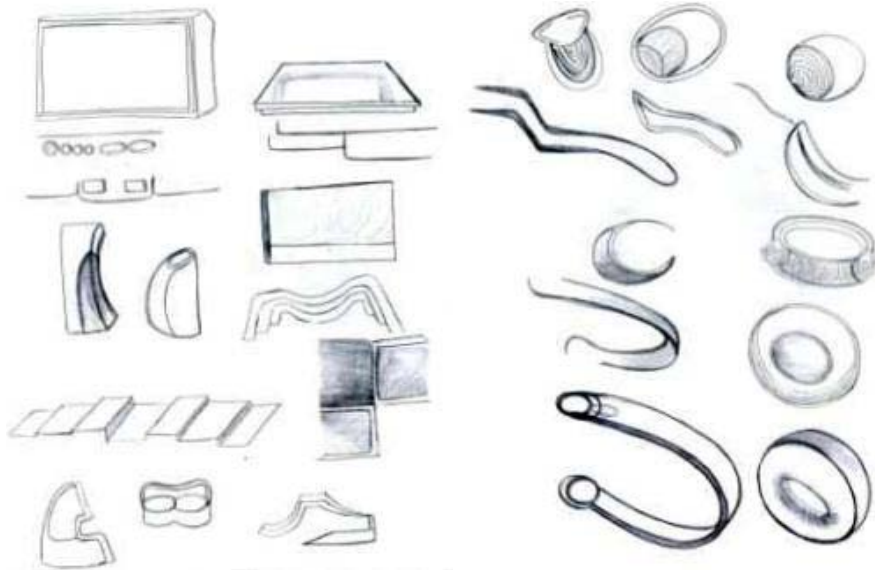
La exploración de formas, se realiza con el fin de brindar una ayuda a la hora del diseño de alternativas, para ello se requiere la creatividad del diseñador, el cual desglosa formas existentes de un producto en, bosquejos o sketches, para tomarlas como referencia en el diseño. Los productos o referente formal fueron seleccionados teniendo en cuenta el mood board de los productos relacionados con el usuario, eligiendo un televisor y unos audífonos para la exploración de formas (ver figura 42)

Figura 42 Referentes televisor y audífonos.



La exploración de formas del referente se encuentra en la figura 43

Figura 43 Exploración de formas del referente.



#### **4.3.4 Consideraciones para la elaboración de propuestas.**

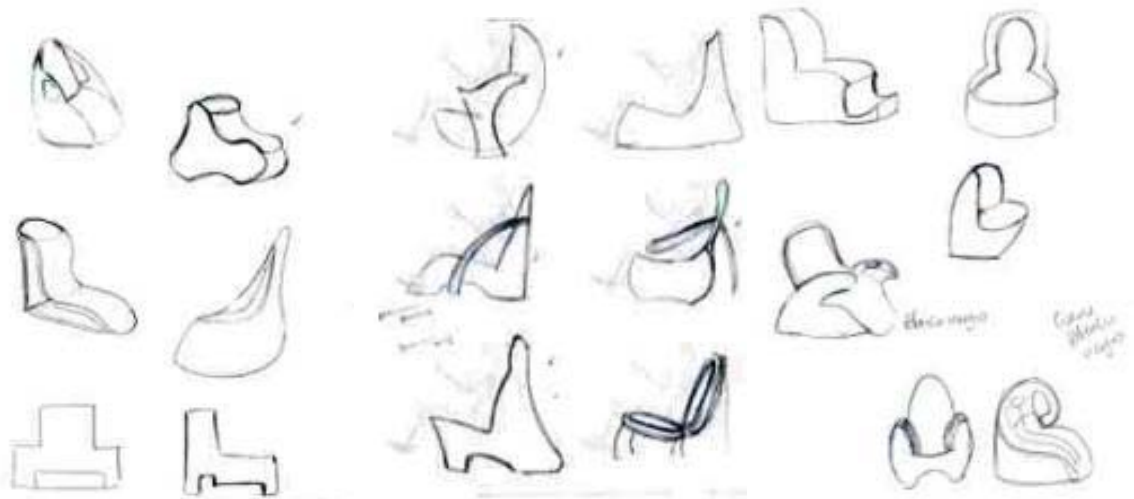
Según el PDS, las rutas de la arquitectura, el análisis de los boards, y la exploración, se tienen las siguientes consideraciones.

- El sistema debe tener un apoyo para la espalda piernas y cabeza.
- Según el análisis de las posiciones se noto que casi todos los usuarios prefieren subir los pies en el mueble, este aspecto nos da un indicio para hacer el diseño más alargado o con un descansa pies cómodo.
- El sistema debe estar dentro de los rangos establecido como sistema de descanso (ergonomía y antropometría ver anexo 2)
- Debe ser funcional
- Debe seguir las tendencias actuales contemporáneas
- Debe ser propicio para ver televisión cómodamente
- Debe tener un tamaño adecuado para que sea acomodado en un espacio que el usuario considere pertinente.
- Su diseño no debe ser muy recargado ni extravagante.
- Su material debe ser EPS reprocesado
- Debe reflejar la emoción de compartir.
- Selección de colores neutros y texturas que no sean recargadas.
- El material debe poseer un recubrimiento que lo proteja del desgaste.
- El sistema debe tener colores que reflejen el estilo de vida y gustos del usuario.
- El sistema debe ser liviano y debe ser fácil de trasportar.

### 4.3.5 Sketches.

Los Sketches<sup>19</sup>, se muestran en la figura 44.

Figura 44 Sketches de alternativas



### 4.3.6 Alternativas propuestas.

Luego de proponer sketches de las propuestas, se selecciona las que el diseñador considera mejores, para redefinirlas y presentarlas como alternativas de diseño. Las alternativas consideradas son mostradas en la figura 45.

Figura 45 Alternativas



<sup>19</sup> son bocetos que permiten una aproximación a las alternativas de diseño propuestas

4



5



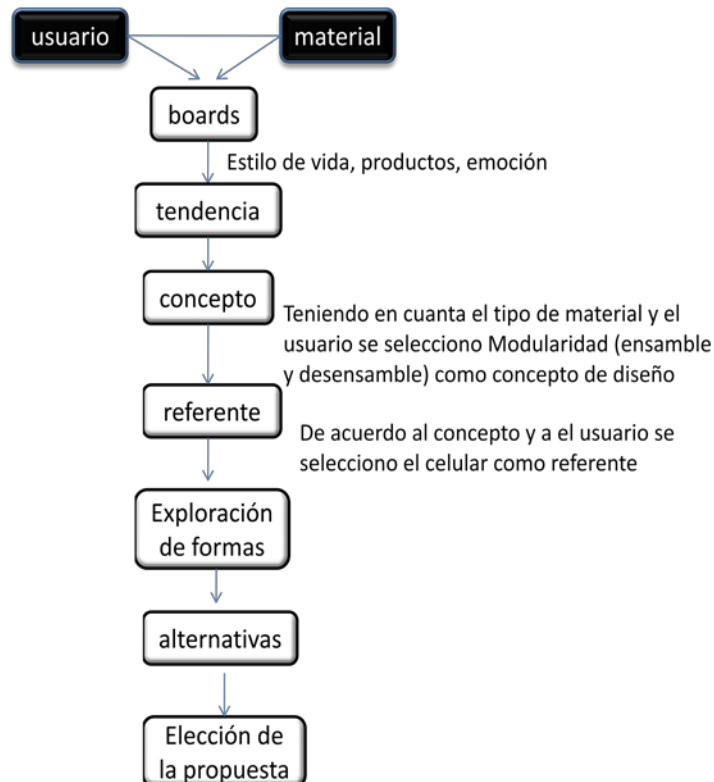
6



#### 4.3.7 Replanteamiento de las alternativas.

Las propuestas realizadas, fueron evaluadas por lo usuarios y por una persona conocedora del tema del mobiliario el profesor Luis Fernando Patiño de la universidad EAFIT. Se tomaron en consideración las opiniones y sugerencias por ellos y por la asesora de este proyecto clara Inés Barreto y se considero replantear las propuestas por unas que fueran más funcionales e innovadoras tomando el concepto de modularidad, presente en muchas de las formas extraídas del referente, y alusivas a la emoción seleccionada, de esta manera se integra el uso del EPS reprocesado como una parte fundamental del diseño. Dicho esto se replanteo una ruta dentro de la metodología mostrada en la figura 46.

Figura 46 Metodología para la elaboración de alternativas.



#### 4.3.8 *Reelección del referente.*

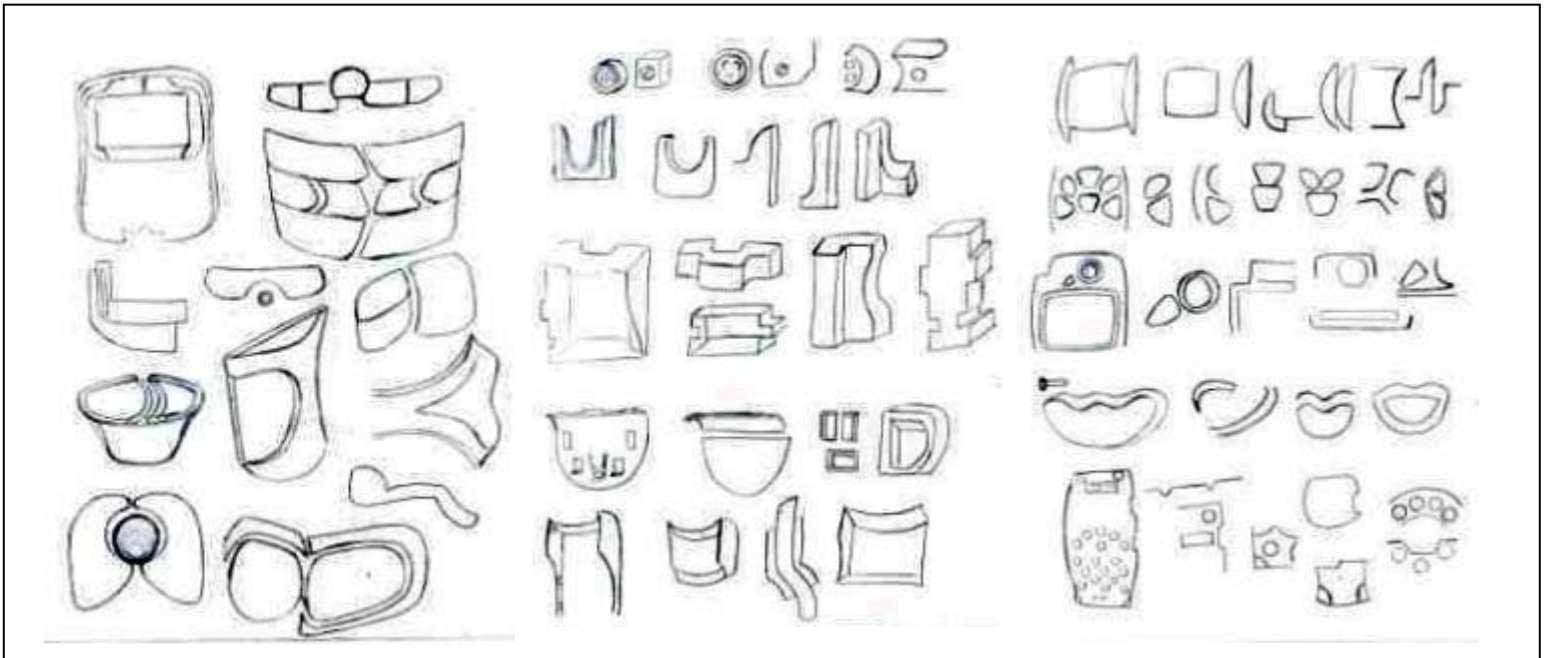
Se reeligió un referente formal teniendo en cuenta la emoción (compartir) y el concepto del diseño (modularidad, ensamble), sin dejar pasar los gustos y preferencias del usuario, de acuerdo con esto se selecciono como referente un celular, ya que la gran mayoría de ellos permiten un ensamble y desensamble fácil y además es un producto muy ligado a la generación joven actual. (ver figura 47)

Figura 47 Nuevo referente seleccionado, teléfono celular.



La exploración de formas del nuevo referente son mostradas en la figura 48.

Figura 48 Nuevo alfabeto visual del referente seleccionado.



### 4.3.9 Redefinición de sketches

Con el cambio de referente y la adición de un concepto de modularidad al diseño se replantearon los Sketches para la elaboración de nuevas propuestas, estos nuevos bocetos son mostrados a continuación en la figura 49.

Figura 49 Sketches nuevas alternativas



#### **4.3.10 Nuevas alternativas**

Se tomo en cuenta las consideraciones para el diseño de propuestas, escritos en el numeral 4.3.4, ya que siguen siendo las mismas, solo que el aspecto modular juega un papel importante para la relación material-producto. Las alternativas resultantes de este proceso, son mostradas en la figura 50.

Figura 50 Nuevas alternativas de diseño

### 4.3.11 Evaluación de alternativas

De las alternativas o propuestas se retornó a las opiniones de con conocedores del tema y se determino que las propuestas son aptas con lo especificado en el PDS, cumple los lineamientos establecidos en el proyecto. Partiendo de este hecho, se tomo a consideración la evaluación de las alternativas por parte de los usuarios, así se selecciona un diseño a gusto con ellos y con sus necesidades. Esta evaluación se presenta en la tabla 14, en donde la propuesta ganadora es la que mayor puntaje tuvo según la recopilación de la información obtenida por los usuarios.

Tabla 15 Evaluación de la propuesta.

| CRITERIO                | Propuesta 1 | Propuesta 2 | Propuesta 3 | Propuesta 4 | Propuesta 5 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| comodidad               | 3.1         | 4.2         | 3.8         | 3.5         | 3.7         |
| diseño                  | 2.5         | 4           | 4           | 3.5         | 3.3         |
| Tamaño Es adecuado?     | 4           | 4.5         | 3           | 4           | 3.7         |
| colores                 | 2           | 4.8         | 4.6         | 3.4         | 4           |
| estabilidad             | 4.5         | 5           | 3           | 4.5         | 4.2         |
| Función( ver tv.)       | 2.2         | 4.3         | 4.8         | 3.7         | 4           |
| Te identificas con el ? | 1.5         | 4.3         | 4.2         | 3           | 3.5         |
| Total.                  | 2.8         | <b>4.4</b>  | 4           | 3.5         | 3.7         |

Según la evaluación, la propuesta 2 es la que más se acerca a sus necesidades, gustos y preferencias, teniendo en cuenta los criterios de evaluación que fueron obtenidos del PDS

#### 4.4 Propuesta seleccionada

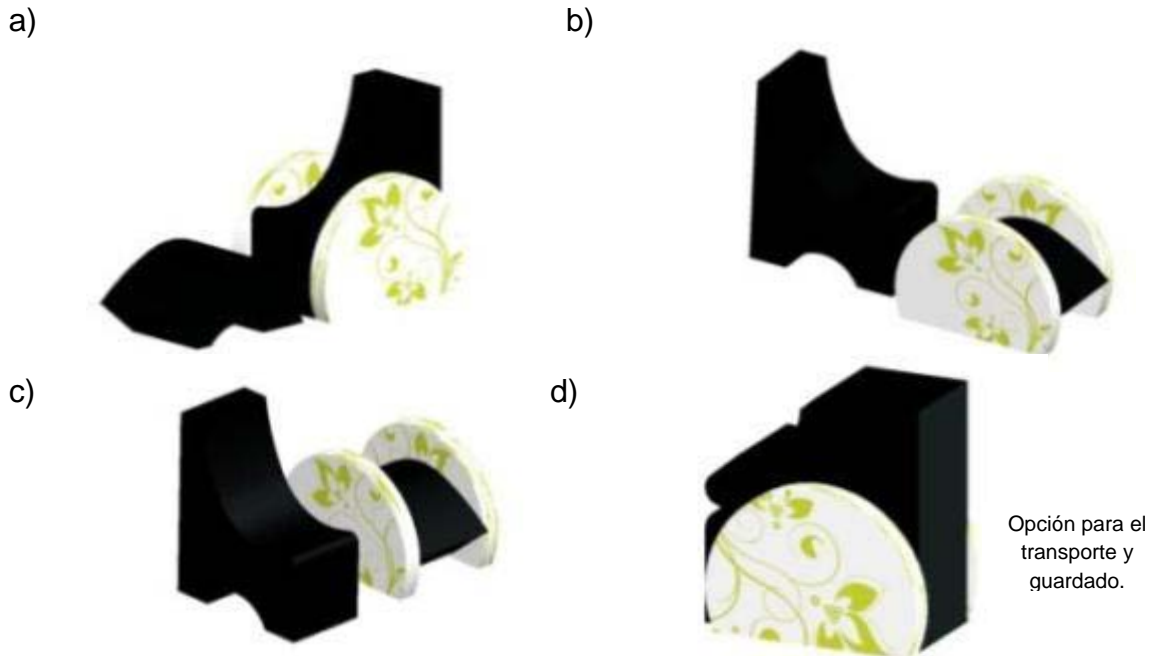
Luego de realizar la evaluación, es necesario conocer las ventajas que posee el diseño, el aspecto de modularidad que cumple y las ventajas en cuanto a la función que promete.

El diseño seleccionado es un mueble modular que posee tres piezas, el mueble principal, el cual consta del apoyo de piernas y espalda, formando un ángulo de  $110^\circ$  entre ellos, medida establecida según el estudio realizado mostrado en el anexo 2 de ergonomía y antropometría. Un apoyo de brazos desmontable, el cual consta de 2 medias esferas que se acoplan a los lados del mueble principal, y un apoyo para pies o descansa pies el cual posee la opción de añadirle el apoyo de brazos para convertirse en un asiento extra o una forma de apoyo de pies más estilizado. Las formas y las piezas de la propuesta son expuestas en la figura 51 y 52.

Figura 51 Piezas de la propuesta



Figura 52 Posiciones de la propuesta.



En la figura 53 se muestra las diferentes posiciones o modos para acomodar estas 3 piezas. La idea es el de un sistema cómodo, versátil, atemporal<sup>20</sup> que sirva para diferentes espacios y momentos, no solo para el fin con el que fue diseñado, que es ver televisión sino también, para momentos en los que se requiera un asiento extra, o simplemente el ahorro de espacio, en los momentos en que se tenga que guardar. La figura 53 está compuesta de 4 imágenes diferentes, cada una señala el modo en que se puede disponer del sistema, en la imagen d, refleja la forma como se puede disponer de él en caso de transporte y de guardado, de una manera más cómoda, la pieza del descansa pies reposa encima del asiento acoplándose de forma perfecta, las otras imágenes a, b, c, hacen alusión al uso del sistema, cumpliendo la función de soportar el peso de las personas.

La elección del sistema como se menciono anteriormente se hizo por medio de un formato de evaluación mostrado al usuario objetivo, en donde se califico de manera lógica y consiente los requerimientos establecidos. En general el uso de aplicaciones graficas, colores neutros y la variedad de formas posibles jugaron un papel clave en la elección del diseño, tomando un puntaje casi inigualable respeto a las otras propuestas.

Luego de tener un diseño establecido, se debe proceder a hacer un análisis detallado del diseño, este análisis se presenta en la siguiente sección.

<sup>20</sup> Perdurable en el tiempo, no se limita a alguna temporada específica.

## 4.5 Diseño de detalle.

En el diseño de detalle se analizan las medidas, formas, estabilidad y otros aspectos técnicos del diseño, que son necesarios para la construcción del prototipo. Uno de los aspectos más importantes es establecer medidas que sean coherentes con las especificadas en el anexo 2 de ergonomía y antropometría del cuerpo en condiciones de descanso o reposo, y que no presente un inconveniente en cuanto al tamaño que posee.

### 4.5.1 Planos de taller.

En los planos de taller se establecen estas medidas, teniendo en cuenta cada una de las piezas y el ensamble de la misma. En la figura 53 se puede apreciar el plano de ensamble y el tamaño que ocupa el diseño de manera general. Las medidas están dadas en mm

Figura 53 Plano de ensamble.

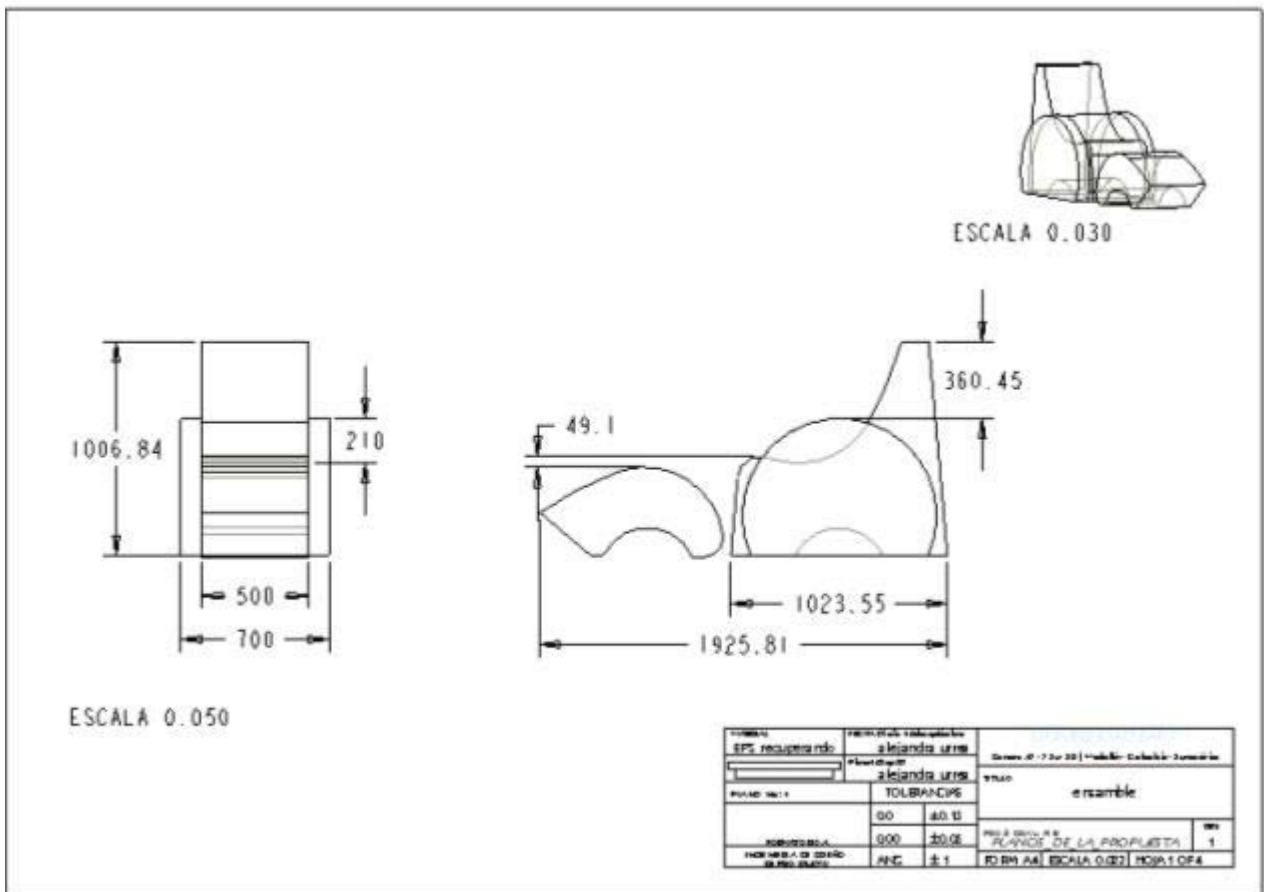
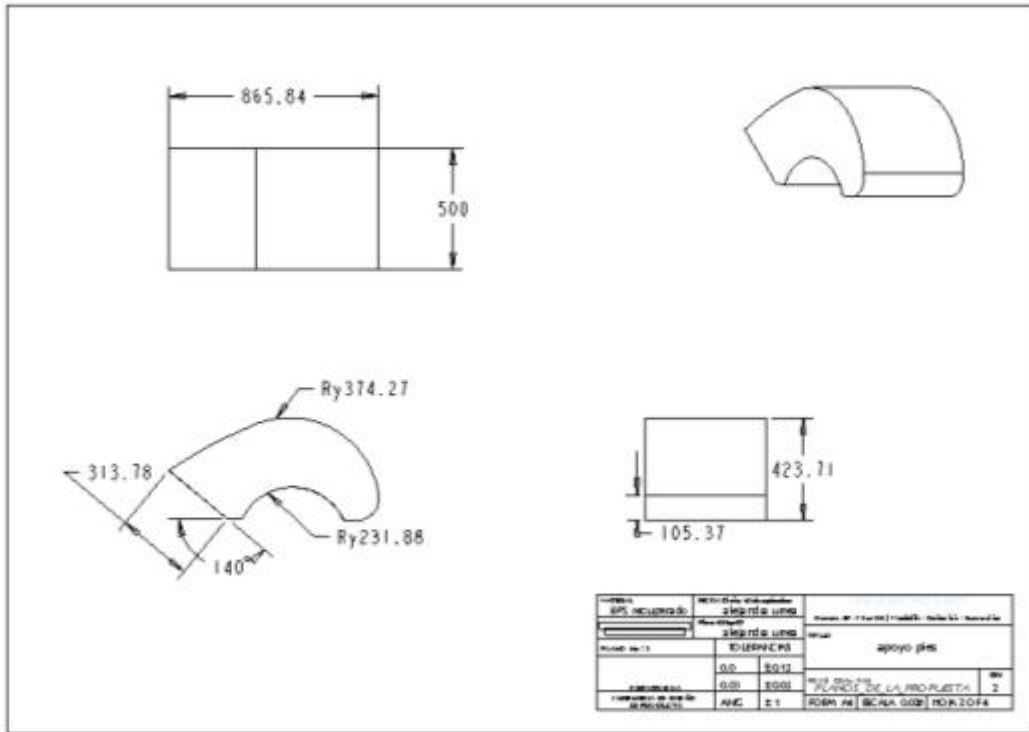




Figura 56 Apoyo para pies.



Teniendo en cuenta las dimensiones generales y de cada una de las piezas, es posible aclarar que el tamaño del diseño, es de un talle mediano, establecido por el usuario, ya que para la comodidad y apoyo necesario fue preciso establecer medidas que abarcaran el tamaño del cuerpo humano, en el anexo 2, para efectos de entendimiento, esta medidas se muestran a continuación:

- Altura del asiento: silla de descanso de 38 a 45 cm
- Ancho del asiento: de 43 a 45 cm
- Profundidad del asiento: silla de descanso de 40 a 43 cm
- Angulo del asiento: silla de descanso de 19 a 20 grados con la horizontal.
- Altura y ancho del respaldo: de 48 a 63 cm de alto por 35 a 48 cm de ancho
- Angulo del respaldo: de 103 a 115 grados
- Altura del descanso para el brazo: silla de descanso de 21 a 22 cm arriba del asiento comprimido.

(ver figura 57)

Figura 57 Medidas antropométricas para el descanso en asientos

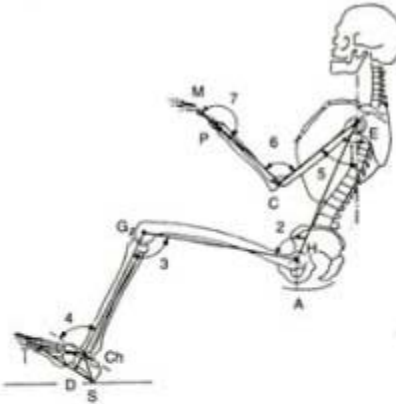


Figura 12. Analogía entre el esqueleto y el sistema de eslabones articulados.

| DEFINICIÓN                               | REFERENCIA FIGURA 3 | LÍMITE INFERIOR | LÍMITE SUPERIOR |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| Eje tronco - vertical                    | A1                  | 10°             | 20°             |
| Eje tronco - eje cadera                  | A2                  | 90°             | 110°            |
| Eje cadera - eje pierna                  | A3                  | 95°             | 120°            |
| Eje pierna paralelo al suelo             | A4                  | 90°             | 110°            |
| Eje brazo - vertical (flexión)           | A5                  | 10°             | 35°             |
| Eje brazo - vertical (abducción)         | A5                  | 8°              | 30°             |
| Eje brazo - eje antebrazo                | A6                  | 80°             | 160°            |
| Eje antebrazo - eje mano (flexión)       | A7                  | 180°            | 190°            |
| Eje antebrazo - eje mano (incl. lateral) | A7                  | 170°            | 190°            |

Luego de hacer este análisis del tamaño es necesario poner a prueba las formas del diseño y poner a consideración las fuerzas a las que se puede someter el producto. Este análisis se puede apreciar en la siguiente sección.

#### 4.5.2 Análisis de esfuerzos.

Se analizaron los puntos vulnerables a esfuerzos, que luego se pueden verificar con las pruebas técnicas en el prototipo final. En la figura 58 se presentan las cargas a las que estará sometido el producto. Las líneas rojas, son las líneas más largas las cuales representa un esfuerzo más puntual y grande, las líneas azules más pequeñas son cargas repartidas y no tan puntuales. Además se analizó un modelo en escala 1:10 con el material reprocesado, y se aplicó una carga de 3 kg (300 kilos en escala 1:1), presentándose estable y sin fracturas. (ver figura 59)

Figura 58 Representación de esfuerzos

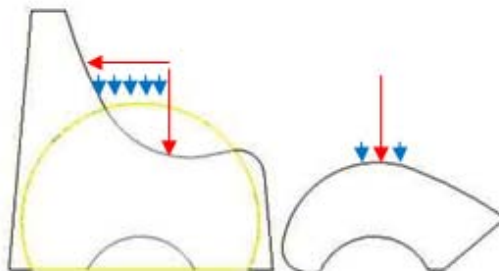


Figura 59 Modelo de la propuesta

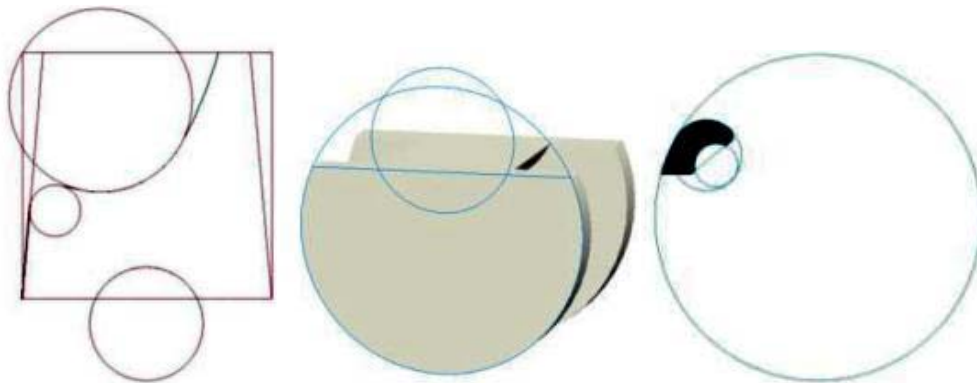


El análisis de esfuerzos de el diseño es podrá definir más ampliamente en los ensayos del prototipo, mostradas en el capítulo 6. Luego de hacer esta apreciación de esfuerzos se puede pasar a un análisis de la parte formal del diseño la cual consta de la geometrización de figuras que hacen parte esta propuesta.

#### **4.5.3 Geometrización**

La geometrización es la forma de entender la constitución del diseño, teniendo en cuenta líneas o figuras de referencia, que según la teoría de la forma, el diseño de productos con aproximaciones simétricas o de figuras que forman una armonía o secuencia, hacen que el diseño sea más atractivo a la vista del ojo humano. Este acercamiento de líneas y formas es posible verlo en la figura 60

Figura 60 Geometrizacion de las piezas.



De las formas vistas en la geometrizacion, se aprecian muchas circunferencias unidas, para formar las curvaturas del diseño. A simple vista la forma del sistema de descanso parece un cuadrado seccionado de una curva que, sirve para el apoyo del cuerpo, pero en realidad la fuente del diseño se dio tras la observación del referente que expresa modularidad, que como se definió anteriormente es un

teléfono celular, se tomo la disposición de la teclas del mismo y se creó un espacio que fuera coherente con el pensamiento del usuario y la tendencia actual. Así sobreponiendo círculos y ángulos se trato de armonizar el diseño, jugando con los tamaños de las circunferencias, que se ven reflejadas en cada una de las piezas, sin alterar las medidas definidas desde la antropometría.

Luego de comprender el detalle del diseño, es posible comenzar con la realización del prototipo el cual se muestra en la sección 4.6, donde se redacta como fue el proceso de construcción, inconvenientes y retrasos del mismo. Al mismo tiempo se considero pertinente darle un toque de realidad y de emoción al diseño, por medio de una identificación y aplicaciones graficas que demuestren que el producto no es solo un sistema de descanso, sino un producto único, diferente, con unan razón de ser y con una función que proporciona ventajas al usuario. Esta identificación de producto se describe en la siguiente sección 4.5

#### **4.6 Identificación de la propuesta.**

Para personalizar el sistema de descanso se pensó darle identidad o un nombre que estuviera relacionado a la actividad y el fin que cumple. Además introducir el sentido ambiental que se quiso hacer con el proyecto. Luego de analizar varias propuestas se selecciono el nombre **BIOVERSA**.

Bio: Proveniente de la palabra vida, como la apertura de algo nuevo, materia prima nueva, darle vida a un desecho.

Versa: proveniente de la palabra versatilidad, como la adaptación o facilidad de cambio, si lo miramos desde el punto de vista del concepto modularidad, se enfoca en el sentido del juego de piezas, o diferentes formas de combinar el uso de un producto. En la figura 61 y 62 se presenta la propuesta grafica del nombre y el diseño que se presentara al usuario.

*BIOVERSA aprovechamiento de materiales para darle un nuevo sentido al descanso.*

La idea surgió de la fusión de nombres que fueran importantes y que representaran el sentido del proyecto. En el logo se aprecian las 2 palabras con fuente<sup>21</sup> diferente, haciendo énfasis en el aspecto de modularidad o combinación de formas. La palabra BIO se encuentra envuelta en un medio círculo verde que significa, nuevo ciclo, alusivo al reproceso del EPS.

---

<sup>21</sup> Tipo de letra usado.

La palabra acompañante o eslogan es: aprovechamiento de materiales para darle un nuevo sentido al descanso, en donde básicamente se expresa el objetivo que se quiere cumplir con el proyecto y el producto.

Figura 61 Nombre y logo del sistema de descanso.



Figura 62 Propuesta del diseño, logo y eslogan del producto



## **4.7 Construcción del prototipo**

Como se menciono anteriormente el proceso de construcción está enfocado con los pasos, pautas, herramientas y medios que se usaron para darle vida al prototipo del diseño BIOVERSA, en esta sección se describe como fue este proceso y que obstáculos se presentaron para la finalización del prototipo.

### **4.7.1 Proceso de construcción**

En el proceso de construcción se tuvieron varias cosas en cuenta, primero que por ser un material frágil en su estructura, su manipulación debía ser cuidadosa, tanto para el corte como en la unión de piezas. El proceso completo se encuentra ubicado en el anexo 3 (proceso de construcción del prototipo), en esta sección se resume de manera clara y concisa lo encontrado en el anexo

El proceso comenzó con la obtención del bloque reprocesado el cual tenía las dimensiones de 1.60x 1 x 0.50 m, establecidos por la máquina de conformado o bloquera, proveído por la constructora Precomprimidos, en donde se realizo el reproceso del EPS anteriormente nombrado en el numeral 2.1

Luego de trasportar el bloque con cuidado se procedió a realizar moldes o plantillas de las secciones laterales de cada una de las piezas, las cuales fueron medidas en el bloque y dibujadas sobre este, para comenzar el proceso de corte. El corte se realizo por medio de una cortadora manual de EPS, la cual consta de un alambre de ferroníquel sostenido por una varilla conductora conectada a una resistencia, en este caso un bombillo de 200W. El corte de la pieza del apoyo para brazos se realizo en las instalaciones de la universidad EAFIT por medio de una sierra sin fin, ya que con la cortadora manual era posible que no quedaran con una forma tan simétrica como se especifica en el diseño.

Luego de tener todas las piezas cortadas se procedió a pegar las piezas que necesitaban ser adheridas, esto se debió a las condiciones del bloque inicial que no era posible modificar, y por lo tanto era necesario añadir varios centímetros para cumplir con las medidas establecidas en el diseño. El pegante usado se llama Atex 340 <sup>22</sup>de la empresa Pegatex en Mosquera cerca de Bogotá, por lo que fue necesario realizar la compra en aquel lugar, debido a que ese tipo de pegante industrial no es vendido localmente. La pega fue enviada por una compañía de

---

<sup>22</sup> Es una pega especial para uniones de EPS no lo deshace ni lo corroe.

trasporte hasta el lugar donde se realizó el prototipo para continuar con el proceso de elaboración y finalizar las 3 piezas requeridas en el diseño.

Debido a la fragilidad del material, se procedió a reforzar algunas caras con cartón paja para facilitar la manipulación y tapizado del mismo, esto se hizo sin alterar las caras donde el usuario se sienta. Este refuerzo se realizó para el prototipo, ya que para efectos del producto real el uso de madera es más pertinente para una mayor duración, sin embargo desde el inicio del proceso de construcción se pensó el uso de un material reforzante para el producto real. Luego de reforzar las caras, se procedió a tapizar las 3 piezas del prototipo con un material llamado cuerina. Una imitación del cuero más económica y visualmente atractiva, ya que por sus texturas y variedad en colores y estampado es posible crear el diseño que se estableció. (Las fotos que documentan el proceso se encuentran en el anexo 3)

#### **4.7.2 Inconvenientes y dificultades**

Durante la construcción se tuvieron varios inconvenientes importantes que pueden ser útiles para futuros proyectos hechos con EPS reprocesado.

- La disposición de la pega en el mercado local.
- La fragilidad del material, a flexión o a golpes puntuales en las esquinas.
- El uso de la cortadora manual, por su inexactitud a la hora del uso, además de la manipulación que se debe hacer con extremo cuidado para no quemarse o evitar el paso de corriente, y se requiere de un buen pulso para dar la forma de cada una de las piezas.
- El uso de la pega. Aunque es una pega especial ideal para poliestireno expandido, es necesario tener cuidado para no equivocarse y juntar superficies erróneas, ya que el efecto de la pega es instantáneo e imposible de despegar, además posee una textura pegajosa que se puede adherir a las manos, dificultando el tacto con otros objetos y con el poliestireno expandido, ya que se pueden desprender esferas espumadas de la superficie del bloque.
- Para el tapizado de formas extruidas, sin relleno es necesario sacar los moldes exactos y coser solo 3 caras del volumen, ya que no es posible hacer un forro que se acomode sin dejar bombas o bolsas en la superficie, para ello es requerido de nuevo el uso de la pega y lidiar con la textura pegajosa de la misma, además si se adhiere a la cuerina, y se manipula de manera errónea puede pelarse.

Finalmente tras la elaboración del proceso se posee un prototipo físico funcional mostrado en la sección siguiente.

### 4.7.3 Prototipo

El prototipo cumple con las expectativas estéticas descritas en el diseño, se puede apreciar en la figura 63

Figura 63 Prototipo terminado.



Para la construcción del prototipo, se hizo un análisis de costos sobre la materia prima necesaria en la realización del mismo, este análisis se presenta a continuación en la siguiente sección.

#### 4.8 Presupuesto.

El presupuesto se realizó teniendo en cuenta los costos del prototipo, que se aproximan y son similares a los costos del producto final, solo se realizó un cambio en un material y fue el uso de cartón paja, por el de la madera para el producto final

**Reproceso.** Los valores mostrados en la tabla 16 fueron suministrados por la empresa comprimidos S.A, en donde se reproceso el bloque de EPS

Tabla 16 Presupuesto del reproceso.

| <b>molido</b>                        | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> | <b>Total \$</b>  |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| equipo                               | Vr/bloque     | 1.356,68              | 1               | 1.356,68         |
| Mano de obra                         | Hora-hombre   | 3.030,57              | 0,5648          | 1.711,66         |
| <b>espumado</b>                      | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> |                  |
| combustible                          | galón         | 3.253                 | 1,27            | 4.140,68         |
| Equipo                               | Vr/kg         | 197.27                | 21,87           | 4.314,44         |
| Mano de obra                         | Hora- hombre  | 3.030.57              | 0.2050          | 621.26           |
| <b>moldeo</b>                        | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> |                  |
| Combustible                          | galones       | 3.253                 | 2,10            | 6.828,05         |
| Valor equipo                         | Vr/bloque     | 10.458,08             | 1               | 10.458,08        |
| Mano de obra                         | Hora- hombre  | 3.030,57              | 0.3001          | 1.209,47         |
| <b>corte</b>                         | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> |                  |
| Valor equipo                         | Vr/bloque     | 2.498,47              | 1               | 2.498,47         |
| Mano de obra                         | Hora-hombre   | 3.030,57              | 2,0616          | 6242.97          |
| <b>TOTAL DEL BLOQUE REPROCESADO.</b> |               |                       |                 | <b>39.381.76</b> |

**Materia prima adicional y mano de obra** en la tabla 16 se muestran los costos reales de los insumos comprados para la construcción del prototipo.

Tabla 17 Presupuesto materia prima adicional y mano de obra.

| <b>materiales</b>                         | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> | <b>Total \$</b> |
|---|---------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Cuerina negra                             | M             | 7.000                 | 4               | 28.000          |
| Cuerina estampada                         | M             | 7.500                 | 4               | 30.000          |
| Cartón paja                               | pliego        | 1500                  | 9               | 13.500          |
| Pegante Atex 340                          | galon         | 35.500                | 1               | 35.500          |
| <b>otros</b>                              | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> | <b>Total \$</b> |
| transporte                                | kg            | 3.800                 | 2.5             | 9.500           |
| <b>Mano de obra</b>                       | <b>unidad</b> | <b>Vr/unitario \$</b> | <b>cantidad</b> | <b>Total \$</b> |
| tapicero                                  | Hora-hombre   | 4000                  | 20              | 80.000          |
| <b>TOTAL MATERIA PRIMA Y MANO DE OBRA</b> |               |                       |                 | <b>161.000</b>  |

**TOTAL PROTOTIPO. \$ 200.381.76**

## 5 PRUEBAS DEL PROTOTIPO

En este capítulo se pone a prueba el prototipo, por medio de las pruebas técnicas del diseño y de las pruebas de usuario, para establecer si el prototipo si cumple con lo establecido en el PDS

### 5.2 Pruebas técnicas

Las pruebas técnicas se realizaron teniendo en cuenta la norma técnica colombiana NTC 2868 para muebles del hogar, silla y butacas.

Esta norma comprueba los aspectos de estabilidad y resistencia del sistema de descanso, teniendo en cuenta la debilidad del material a flexión y durabilidad de las uniones por tensión de cizalla establecidas en el capítulo 2.

#### 5.2.1 *Ensayo de estabilidad.*

El principio de esta prueba es determinar la estabilidad de un artículo simulando las fuerzas de volteo que ocurren en el uso Para esto es necesario un dinamómetro, el cual indica la fuerza requerida para el volteo, una carga de 600N (Newtons) o 60 kg y unas cuñas para evitar que el sistema de deslice. Este ensayo se realizo sobre el sistema de descanso sin descansabrazos.

#### **Volteo hacia atrás.**

Este ensayo consiste en aplicar una carga horizontal en dirección al espaldar, aplicando una fuerza de 600N en el asiento, para verificar la fuerza de volteo. En la figura 64 se expone donde se genero la carga con el peso correspondiente.

Figura 64 Volteo hacia atrás.



Existe un método para calcular esta fuerza de volteo teóricamente con la siguiente fórmula:

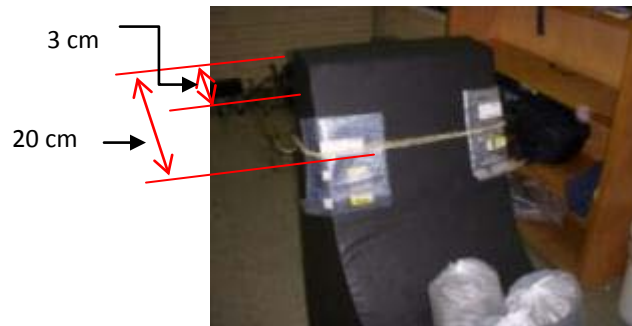
$$F = 285,7 (1 - h/1000)$$

Donde h: es la altura en milímetros del piso al asiento. de 470mm

**F= 151.421 N en teoría**

Para el ensayo práctico se tomaron 2 punto de apoyo diferentes, de aplicación de carga, por la diferencia en el centro de gravedad (ver figura 65)

Figura 65 Puntos de esfuerzo para ensayo de estabilidad



La fuerza registrada para volteo atrás en una distancia de 20cm según el dinamómetro fue de **484.4 N**

La fuerza registrada para volteo atrás en una distancia de 3 cm según el dinamómetro fue de **402 N**

### **Volteo hacia adelante y hacia los lados.**

Se repite el mismo procedimiento hacia los lados y hacia adelante registrando la fuerza máxima necesaria para que el sistema se levante del piso e intente voltearse.

- Hacia adelante:  
Fuerza de volteo con una distancia de 20 cm: 215 N  
Fuerza de volteo con una distancia de 3 cm: 188 N
- Hacia los lados:  
Fuerza de volteo con una distancia de 20cm: 155N  
Fuerza de volteo con una distancia de 3 cm: 141.2 N

En general la fuerza de volteo hacia atrás, es mayor a comparación con la fuerza hacia adelante y los lados. Se puede concluir que todas las fuerzas, está dentro de los límites establecidos en la norma y no se presentaron daños en el prototipo por lo que el ensayo se considera aprobado.

## 5.2.2 Ensayo de resistencia.

En el ensayo de resistencia se verifica según una tabla establecida por la NTC 2868 (ver tabla 18) sobre los estándares de resistencia a carga estática, e impacto del sistema

Tabla 18 Valores estándares de la resistencia del sistema

Tabla 3. Resumen de los procedimientos de ensayo

| Número | Titulo   | Descripción   | Nivel de ensayo<br>(véase el Apéndice A) |        |        |         |         |
|--------|--|---|--|--------|--------|---------|---------|
|        |  |   | 1  | 2      | 3      | 4       | 5       |
| 1 a    | Ensayo de carga estática en la silla               | Fuerza en de la silla (en N)  | -  | 1 100  | 1 300  | 1 600   | 2 000   |
| 1 b    | Ensayo de carga estática en espaldar               | Fuerza en espaldar (en N) en cada planta                                      | -  | 410    | 560    | 760     | 760     |
|        |  | Fuerza de balance de la silla (en N)  | -  | 1 100  | 1 300  | 1 600   | 2 000   |
| 2 t    | Ensayo de carga estática en los brazos de lado     | Fuerza aplicada (en N)  | -  | 300    | 400    | 600     | 900     |
|        | Ensayo de carga estática en las alas de lado       | Fuerza aplicada (en N)  | -  | 200    | 300    | 400     | 500     |
| 3      | Ensayo de carga estática de los brazos hacia abajo | Fuerza aplicada (en N)  | -  | 700    | 800    | 900     | 1 000   |
| 4 a    | Ensayo de fatiga de la silla                       | Número de ciclos 950 N fuerza de silla  | 12 500                                   | 25 000 | 50 000 | 100 000 | 200 000 |
| 4 b    | Ensayo de fatiga de espaldar                       | Número de ciclos 330 N fuerza de espaldar                                     | 12 500                                   | 25 000 | 50 000 | 100 000 | 200 000 |
| 5 a    | Ensayo de carga estática de la pata delantera      | Máxima fuerza delantera (en N)  | 300                                      | 375    | 500    | 620     | 760     |
|        |  | Fuerza de balanceo de silla (en N)  | 760                                      | 780    | 1000   | 1 250   | 1800    |
| 5 c    | Ensayo de fuerza diagonal en la base               | Fuerza aplicada (en N)  | 125                                      | 250    | 375    | 500     | 620     |
| 6      | Ensayo de impacto en la silla                      | Altura de caída (en mm)   | -  | 140    | 180    | 240     | 300     |
| 7 a    | Ensayo de impacto de espaldar                      | Altura de caída (en mm)   | -  | 120    | 210    | 330     | 620     |
| 7 b    | Ensayo de impacto de brazo                         | Ángulo (en grados)  | -  | 28     | 38     | 48      | 68      |
| 7 a    | Ensayo de impacto de ala                           | Altura de caída (mm)  | -  | 120    | 220    | 330     | 620     |
|        |  | Ángulo (en grados)  | -  | 28     | 38     | 48      | 68      |
| 8      | Ensayo de caída                                    | Altura de caída (en mm)   |  |        |        |         |         |
|        |  | (a) Apilados sillas y butacas con patas o pedestales más largos de 200 mm     | 150                                      | 300    | 450    | 600     | 900     |
|        |  | (b) Sillas y butacas no apiladas con patas o pedestales más largos de 200 mm. | -  | 150    | 200    | 300     | 450     |
|        |  | (c) Sillas y butacas con patas o pedestales más cortos de 200 mm              | -  | 75     | 100    | 150     | 250     |

Según la norma el sistema BIOVERSA debe resistir los esfuerzos establecidos en el rango mostrado en la tabla, de lo contrario o en caso de fractura debido a los esfuerzos, se considera que el producto, en este caso prototipo no cumple con lo establecido en la norma.

## Carga estática.

El ensayo consiste en someter la estructura a la carga o peso establecido en la tabla, en cada punto del sistema de descanso. Asiento, espaldar, descansa brazos y apoyo de pies (ver figura 66)

Figura 66 Ensayo de resistencia a la carga estática



Cada saco de arena posee un contenido equivalente a los 8 kg es decir 0.8N (Newtons)

En general, cada pieza paso la prueba de carga estática, ya que soportaron el peso establecido en la norma sin presentar fracturas o señales de la misma.

## Ensayo de cargas estática en descansa brazos

Este ensayo solo se hace en el apoyo de brazos y se realiza para determinar la resistencia de 2 fuerzas opuestas aplicadas a cada uno de los lados de esta. (ver figura 67)

Figura 67 Resistencia del apoyo para brazos



El esfuerzo máximo soportado fue de 49.2 N, un valor bajo en comparación con lo establecido en la tabla, por lo que se considera que el apoyo de brazos es el punto más vulnerable en el prototipo y se debe tener en consideración para la elaboración del producto.

## Ensayo de caída o impacto.

Este ensayo consiste en dejar caer o impactar una masa de 10 Kg a las alturas establecidas en la tabla 18 establecidas por la norma, el ensayo se puede apreciar en la figura 68

Figura 68 Ensayo de impacto.



En este ensayo se determina el comportamiento de cada una de las piezas a impacto se verifica si el material o el sistema sufren algún cambio o sufren una ruptura, en tal caso se considera que el sistema no es lo suficientemente resistente para soportar este tipo de impactos.

De esta prueba se comprobó que el sistema BIOVERSA es apto para resistir impactos a compresión, por las fortalezas del material y por la forma del diseño el cual permite que se extiendan las fuerzas sin que se provoque una ruptura tan fácilmente, a partir de esto es posible hacer una aproximación de la duración del prototipo. Como se sabe el EPS en condiciones normales puede tardar más de 100 años en biodegradarse, y no altera su estructura a no ser que exponga al fuego a al contacto con disolventes. En general el material es conocido por ser duradero en el tiempo, además de poseer una cualidad de recuperación tras la compresión, de aproximadamente un 70% de su volumen total.

### **5.2.3 Resumen de las pruebas técnicas.**

- Los resultados de las pruebas, demostraron que el sistema BIOVERSA en cuestiones de estabilidad cumple satisfactoriamente con lo establecido en la norma.
- el volteo hacia los lados se puede dar con un esfuerzo menor que el del volteo hacia atrás y adelante.

- En el ensayo de resistencia a la carga estática el modelo cumple con lo establecido en la norma dando resultados satisfactorios en cuanto a cargas a compresión
- En el ensayo de carga estática del descansabrazos, se noto que la pieza presenta fallas a la carga establecida por la norma, por lo que se recomienda reforzar los puntos donde se puede presentar la fractura para el producto.
- En los ensayos de impacto es notable que las piezas responden correctamente sin fracturarse, se nota además el poder recuperador del material al amortiguar las caídas, recuperándose adecuadamente.
- La forma del sistema le da seguridad a la hora de su uso.
- En cuanto a la duración del prototipo, se puede decir que le material está en condiciones de resistir el paso del tiempo, pero se puede poner a consideración la deformación por compresión con el uso frecuente.
- Se puede decir que el prototipo del sistema cumple con lo establecido por la norma NTC 2868 y no presenta un riesgo en su uso y cumple con los estándares de calidad pedidos por el cliente.

### **5.3 Pruebas de usuario**

Luego de comprobar que el sistema es apto para su uso, se procedió a realizar las pruebas de usuario, en donde se exponen las opiniones de los usuarios en cuanto al prototipo del sistema de descanso BIOVERSA terminado. Para esta prueba se tomo en cuenta las apreciaciones en cuanto al aspecto formal y estético que veían los usuarios y el la comodidad o el confort que se obtiene tras el uso en diferentes posiciones.

#### **5.3.1 Prueba visual.**

Para esta prueba se mostraron las diferentes poses y posiciones que son posibles de hacer con el sistema mostradas en la figura.69

Figura 69 Poses y posiciones posibles con el sistema de descanso  
Fotos. Diseño general del sistema de descanso.



Para efectos de transporte y guardado.



Posturas.

Luego se pregunto según lo observado en las imágenes, acerca de las características establecidas en los requerimientos de producto. Si son correctas, o satisfacen el propósito por el cual fue creado, ver televisión. (ver anexo 4 pruebas de usuario)

Es satisfactorio en el aspecto:

- Formalmente- estéticamente
- Tamaño (según la función ver tv)

- Colores:
- Comodidad según lo que se puede observar en las imágenes:
- Diseño está enfocado a un usuario joven
- Material y labor ambiental que se realiza

En general se estableció que el sistema visualmente se ve bien estética y formalmente, atractivo a los ojos del usuario por su simplicidad y modernidad, presenta colores neutros que permiten adaptarse a varios espacios del hogar. El aspecto de modularidad y versatilidad se aplica de manera satisfactoria, por la variedad de posiciones que se pueden adoptar.

En cuanto al diseño enfocado hacia un usuario joven, los resultados mostraron que si se representa a este tipo de mercado, por el uso de formas fluidas, modulares, colores de contraste y un diseño contemporáneo.

El aspecto de comodidad es muy difícil catalogarlo por imágenes, pero según lo observado, se estableció que hay posiciones que favorecen el descanso, y otras no, y que el sistema sin el apoyo de los pies no se ve tan cómodo como cuando lo tiene. Las posiciones que se adoptan cuando es posible el uso de este es son mucho más acordes con el usuario y permite un descanso en la espalda cuello y piernas como era deseado en un comienzo.

El uso del descanso para pies como asiento auxiliar cuando se requiera es un toque extra que gusta a los usuarios, pero la función de ver televisión es esta posición no es cómoda, por lo que se sugiere que cuando el sistema adopte esa posición no sea usada para esta función.

El uso de un material reciclado, despertó el interés de los usuario y la curiosidad por saber cómo fue hecho, además la mayoría se mostraron sorprendidos al saber que con este desecho se pueden hacer formas y diseños tan versátiles y útiles, aprobando la labor ambiental que se puede realizar con el

### **5.3.2 Prueba de uso.**

Esta prueba se realizo con ayuda del usuario final, es decir jóvenes de los 20 a los 26 años que hicieron uso de la silla y calificaron según su criterio la comodidad y confort que ofrece el sistema de descanso, tal como se puede aprecia en la figura 70. Para esta prueba se tuvo en cuenta los gustos y la identificación del usuario con el producto (ver anexo 4 pruebas de usuario)

Figura 70 Pruebas de usuario en el uso



De las pruebas se analizaron las posturas, el modo de ensamble de cada una de las piezas y las diferentes posiciones que se pueden hacer con él.

En general el prototipo resulto cómodo, y si puede permitir un descanso para el cuerpo cuando se vea televisión, claro que también se presta para funciones como leer o recostarse un rato. El ensamble es fácil y se acopla de manera segura y entendible para el usuario, el aspecto modular llamo la atención y fue de agrado, por la versatilidad que presenta, sobre todo en el modo de guardar y transportar el sistema, esto junto con el hecho de que, es un producto que aporta a la reducción de desecho de EPS considerándose un eco mueble, atrae la atención del usuario y le permite formar otro concepto acerca de productos reciclados, en especial en Colombia donde esta tendencia aun esta poco explorada.

Un factor importante es el peso, ya que se puede manipular fácilmente, permitiendo un desplazamiento a diferentes lugares del hogar sin hacer esfuerzos considerables. También se analizo el tamaño del sistema, ya que para algunos es grande, y para otros es apropiado para un mejor descanso, el mueble principal se puede acomodar fácilmente en una alcoba grande o mediana, es claro que el apoyo de los pies hace que se vea grande y por ende estorbosa para algunas alcobas, por lo que se recomienda que se use sin el apoyo de brazos. En cambio si es para una sala el sistema fácilmente puede llegar a formar un aspecto decorativo y práctico para la función de descanso que se desee.

Los resultados arrojados por la prueba, muestran que el sistema con el descanso para pies es mucho más cómodo y acorde con la función de ver televisión, ya que sin el apoyo de los pies, la espalda queda un poco alejada de la superficie del espaldar creando un hueco que puede ser incomodo para algunos usuarios. Esta observación se tomo en cuenta luego de las pruebas y se procedió a hacer un cojín decorativo que permita un mayor apoyo para la espalda. El cojín se realizo con esferas de EPS (poliestireno expandido), usadas como relleno dentro de un forro hecho en cuerina estampada, la misma usada para la construcción del prototipo. Se analizo el sistema con el cojín y se estableció que es más cómoda y le da un toque estético al sistema de descanso, el uso del cojín es una opción para usuarios que lo consideren necesario. (ver figura 71)

Figura 71 Cojín decorativo para mayor comodidad.



#### 5.4 Comparación del PDS con los resultados de las pruebas.

Para ver con mayor claridad si el prototipo cumplió con las expectativas del cliente es necesario hacer una comparación con la fuente del diseño, el PDS presentado en la tabla 19.

Tabla 19 Verificación del prototipo con el EPS

| INTERPRETACION                                      | MEDIDA      | UNIDAD | MEDIDA  | IMP | D/d | Cumple ( SI/NO) |
|---|-------------|--------|---------|-----|-----|-----------------|
| el sistema posee un ciclo de vida largo             | tiempo      | años   | 50-70   | 2   | d   | -               |
| los materiales del sistema son resistentes a golpes | R. impacto  | KPa    | 30- 250 | 5   | D   | SI              |
| los materiales son resistentes                      | duración    | años   | 100-500 | 5   | D   | SI              |
| el sistema tiene medidas antropométricas adecuadas  | ángulos     | grados | 120     | 5   | D   | SI              |
| el sistema sigue una tendencia adecuada             | tendencia   | #      | -       | 5   | D   | SI              |
| el diseño del sistema se acomoda al contexto        | partes casa | #      | 1 a 3   | 3   | d   | -               |
| el precio esta acorde al diseño y al mercado        | pesos       | \$     | 500-1   | 4   | D   | SI              |

|  |            |                |           |   |   |    |
|--|------------|----------------|-----------|---|---|----|
| el peso es adecuado para su transporte                       | peso       | kg             | 45-80     | 5 | D | SI |
| el numero de piezas del sistema es reducido                  | piezas     | #              | 5 a 10    | 2 | d | SI |
| la materia prima es de fácil consecución                     | volumen    | m <sup>3</sup> | 0.        | 5 | D | SI |
| el proceso de producción es rápido                           | tiempo     | horas          | 2 a 5     | 3 | D | SI |
| las medidas del sistema son acordes con el usuario           | volumen    | m <sup>3</sup> | 144       | 4 | d | SI |
| el tamaño es adecuado para el contexto                       | volumen    | m <sup>3</sup> | 144       | 3 | d | -  |
| el tamaño del sistema es apto para una sola persona          | area       | m <sup>2</sup> | 120       | 4 | d | SI |
| el precio del sistema es económico                           | pesos      | \$             | 500-1     | 3 | d | SI |
| la relación precio/forma es adecuada                         | pesos      | \$             | 500-1     | 4 | D | SI |
| el precio de la producción es adecuado                       | pesos      | \$             | >100000   | 4 | D | SI |
| el sistema se adapta para adquirir diferentes posturas       | piezas     | #              | 0-1       | 5 | D | SI |
| el diseño posee formas adecuadas para el descanso del cuerpo | ángulos    | grados         | 90>180    | 4 | D | SI |
| el diseño del sistema permite apoyar los pies                | longitud   | m              | >1.50     | 4 | d | SI |
| el diseño del sistema es simple                              | piezas     | #              | 5 a 10    | 3 | d | SI |
| el uso del sistema es silencioso                             | frecuencia | hz             | 20-50     | 3 | d | -  |
| el diseño del sistema permite reposar la cabeza cómodamente  | altura     | m              | 1.2       | 4 | d | SI |
| el sistema posee un diseño simple y moderno                  | piezas     | #              | 5 a 10    | 4 | d | SI |
| el sistema posee un # de colores adecuados                   | colores    | #              | 1 a 3     | 3 | d | SI |
| el sistema posee texturas antiadherentes                     | fricción   | μ              | 0.05-0.20 | 3 | d | SI |
| el diseño posee una altura proporcional a las medidas        | altura     | m              | 1.2       | 5 | D | SI |
| las medidas del sistema son adecuadas para el usuario        | ángulos    | grados         | 90>180    | 5 | D | SI |
| el diseño del sistema es estable                             | peso       | kg             | 45 a 80   | 5 | D | SI |
| el material no contamina ni es toxico en el uso              | Toxicidad. | %              | 0         | 5 | D | SI |

De la tabla se interpreta que el diseño del prototipo es exitoso en cuanto al cumplimiento de la mayoría de los ítems establecido en el PDS, ya que ninguno presenta un incumplimiento total de las especificaciones, sin embargo algunos ítems no se consideraron para la evaluación ya que no había una comparación lógica, por ejemplo en el caso del contexto, como se estableció anteriormente, los límites estaban a consideración del usuario, dejando en manos de él, la decisión de trasladar el sistema BIOVERSA para el lugar que él considere mejor, ya sea dentro de los límites de la alcoba, una sala, o biblioteca. Un aspecto que no se pudo evaluar con precisión fue el hecho de la duración del producto en el tiempo, debido a que no se pudo concretar un valor exacto o medianamente cercano a la duración del mismo, aunque se pudo identificar que el sistema es duradero a compresión con una recuperación del 70%, se puede analizar la relación de uso con una duración en años del material. Como se menciono anteriormente el EPS

demora años en biodegradarse, por lo que el producto puede durar muchos años, dependiendo del trato y el cuidado que se le dé.

Uno de los factores que se debe poner a consideración es la reducción del impacto medioambiental que obtiene con el sistema BIOVERSA para ello se decide tomar como unidad de medida el volumen, el indicador más problemáticos al momento de recuperar EPS.

## 5.5 Disminución del impacto.

Para poder realizar este análisis es necesario recurrir al volumen del material desechado por la fuente en este caso la constructora Precomprimidos S.A y compararlo con el volumen que ocupa el sistema de descanso BIOVERSA, Los datos mostrados en la tabla 20 son proveídos por Precomprimidos .S.A

Tabla 20 Volumen por mes del desecho de EPS

| Meses          | 1            | 2    | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|----------------|--------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| m <sup>3</sup> | 2670         | 1376 | 957 | 2105 | 1936 | 1578 | 1914 | 1194 | 1710 |
| Promedio       | 1715 al mes. |      |     |      |      |      |      |      |      |

Cantidad de volumen del sistema BIOVERSA: teniendo en cuenta las dimensiones del sistema, se obtiene un volumen de 728210 cm<sup>3</sup>, lo que equivale a 0.73 m<sup>3</sup>

Al compararlo con la cantidad promedio mensual del desecho se obtiene una reducción del 0.04% con el prototipo, una cantidad pequeña en comparación de lo que se desecha, sin embargo, el propósito del proyecto es incentivar el uso de este desecho demostrando que tiene una oportunidad de ser usado.

## 6 CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES

- El EPS es un desecho problema que causa una contaminación visual por el volumen que ocupa y el tiempo que demora en su descomposición natural, siendo un problema para la ciudad, ya que carece de fuentes que puedan tratar el desecho, debido a la falta de conocimiento de las entidades recuperadoras y separadoras acerca de las ventajas y usos que se le pueden dar. Sin embargo el EPS es posible recuperarse y reprocesarse para su rehusó, es una práctica realizada en diferentes partes del mundo. En Colombia especialmente en Medellín, fue encontrada en la empresa Pre-comprimidos S.A la cual fue de gran ayuda en el proyecto.
- El EPS usado para el sector de la construcción es el más apropiado para el reproceso, por sus propiedades, facilidad de recuperación y buen estado en el que se encuentra.
- La tecnología de reprocesamiento se selecciono desde el punto de vista de una producción limpia, que no impactara negativamente al medio ambiente, por lo que se optó por el reproceso de EPS por conformado en caliente, en donde se usa vapor para pre-expandir el material y conformarlo en bloques para nuevos usos industriales.
- El EPS reprocesado presenta características diferentes al EPS virgen o nuevo, su resistencia a la compresión es mayor, presentando un comportamiento favorable a esfuerzos de tensión por compresión, sin embargo a esfuerzos de flexión y durabilidad uniones por esfuerzos de tensión a cizalla es más vulnerable y presenta fallas en esas exposiciones.
- Se definió el diseño, como un sistema de descanso para ver televisión para un usuario joven entre los 20 y 26 años, con una tendencia contemporánea, por la versatilidad que permite imponerse en el diseño y que hoy es un mercado casi olvidado.
- Se eligió el concepto de modularidad para la elaboración de alternativas, y se tuvo en cuenta las ventajas y desventajas del material, los gustos del usuario, las rutas de la matriz morfológica y la tendencia contemporánea en cuanto a la forma del diseño

- Se le dio identidad a la propuesta seleccionada por medio de un nombre que ofreciera el propósito del sistema de descanso y del proyecto, y se llamó BIOVERSA. por su labor ambiental y la versatilidad que ofrece el diseño, además en su eslogan: aprovechamiento de materiales para darle un nuevo sentido al descanso, se quiere expresar el objetivo que se quiere cumplir con el proyecto y el producto.
- Los resultados de las pruebas técnicas, demostraron que el sistema BIOVERSA en cuestiones de estabilidad y resistencia cumple satisfactoriamente con lo establecido en la norma.NTC2868, solo presenta una falla en la pieza del descanso de brazos del prototipo, pero no representa un riesgo en su uso y cumple con los estándares de calidad pedidos por el cliente.
- En el método de evaluación del usuario, se tuvieron en cuenta las pruebas visuales del prototipo y las pruebas de uso del mismo, en general los resultados fueron satisfactorios, hubo una respuesta positiva, en la parte formal del diseño y en el aspecto de comodidad.
- El sistema de descanso BIOVERSA funciona, y ofrece comodidad al usuario para la función de ver televisión, la forma del sistema le da seguridad a la hora de su uso, y además el aprovechamiento de EPS reprocesado ofrece ventajas únicas en el diseño, como bajo peso, y estabilidad. Estas consideraciones fueron tomadas del la evaluación del PDS con los resultados de las pruebas técnicas y de usuario.
- El sistema BIOVERSA ofrece un cambio en el modo de ver los productos hechos con material reciclado, especialmente con EPS y proporciona una reducción en el desecho, que va a dar a el relleno sanitario de la ciudad.
- Por medio de la propuesta del sistema BIOVERSA se obtiene una reducción del desecho del 0.04% que un futuro con el desarrollo de esta idea de negocio puede ser mucho mayor, además de incentivar otros sectores industriales en el uso del material reprocesado.

Las recomendaciones propuestas para futuros proyectos encaminados al uso del EPS son:

- El uso de EPS como materia prima reprocesada ofrece muy buenas ventajas en el sector mobiliario por las propiedades que posee, pero puede limitar el diseño de productos, se recomienda hacer uso de secciones

gruesas para evitar desprendimiento de secciones de material o evitar que este se quiebre en las mismas, ya que es más confiable hacer diseños en los que la carga se presente a compresión y no a tensión de cizalla y flexión.

- El EPS posee una ventaja en cuanto a la recuperación que ofrece, pero si es sometido a una carga extrema de compresión, es probable que no se dañe, pero su recuperación será más lenta, deformando el diseño del sistema.
- Proveer un refuerzo para el material es recomendable para mayor seguridad del producto, en especial en esquinas que puedan desbordarse o que estén expuestas y propensas a golpes
- Es recomendable cubrir el diseño con una especie de lona o tela que pueda protegerlo del tiempo y el desgaste.
- El uso de pegantes y adhesivos debe ser de sumo cuidado, puesto que es un material intolerante a solventes y a algunos químicos que pueden deshacer el material.
- La manipulación de las pegas debe hacerse de una manera limpia, evitar ensuciarse las manos, ya que pueden presentarse casos en los que las manos están pegajosas y para la interacción con el material, pueden quedar secciones del material adheridas a los dedos.
- Establecer pautas claras en la metodología de diseño y hacer un cronograma bien estructurado, para no tener contratiempos en el desarrollo del proyecto
- Se recomienda seguir con el uso de este material, enfocado a otro tipo de usuarios, como el mercado adulto contemporáneo, propuesto anteriormente como un mercado fuerte en el diseño de mobiliario, aunque se puede plantear el mercado niño, o el de los bebés, por la ventaja higiénica del material.

## 7 BIBLIOGRAFIA.

KARL T, Ulrich, STEVEN D, Eppinger. Diseño y desarrollo de productos. México D.C., 3ª ed. Mc Graw Hill. 2004. Pág. 366.

ICONTEC ensayo de la determinación de las propiedades físicas de espumas rígidas de poliestireno expandido NTC 1397

ICONTEC Ensayo de determinación de la durabilidad de las uniones adhesivas sometidas a esfuerzos de cizalladura por tensión NTC 5496

ICONTEC. Ensayo de los aspectos de estabilidad y resistencia para muebles del hogar, silla y butacas NTC 2868

SÁNCHEZ CORREA, Diana. Mercados del mueble y panorama del mercado infantil. En revista M Y M (el mueble y la madera) N° 45 (sep. y nov. 2004)

COLORADO C., Alexandra. "En términos de términos.... La confusión de los Istmos". M&M, El mueble y la madera. N° 44: (ago. 2004)

COLORADO C.; Alexandra. ¿it furniture made in Colombia! ¿muebles con identidad Colombiana?. M&M, El mueble y la madera. N° 42 (dic. 2003)

MC.CORMICK, Ernest. Antropometría aplicada y espacio de trabajo: Factores humanos en ingeniería y diseño. España Editorial GUSTAVO GILI S.A Bogota - Colombia , 1994, P. 200-225

J. OBORNE, David. Ergonomía en acción: la adaptación del medio de trabajo al hombre. México, editorial trillas, 1990, P. 217- 235

PAGE DE POZO, Álvaro. Guía de recomendaciones para el diseño y selección de mobiliario docente universitario. España, Instituto tecnológico del mueble y afines, 1997, p. 26-27-28

FARRER VELAZQUEZ, Francisco. Manual de ergonomía. España, Fundación Mapfre, 1994, p.20-25, 110-115.

BASF Aktiengesellschaft KSR/MK – D 219 Frau Kahne  
67056 Ludwigshafen, Alemania, Tel (+49 621) 60-9 90 38, Fax: (+49 621) 60-7 22 26

SAVILLE, laurel, design secret furniture US, p120.

ASBHY, Myke materials and design, atributos de los sentidos. Capitulo 4 p 68

## 7.2 Bibliografía electrónica.

Reciclaje del EPS (online) métodos de reprocesamiento en general (citado el 4 de mayo 2009) <http://www.aimsa.com/reciclado.htm>

Tendencia verde (online) usos y moda actual en productos reciclados (citado el 20 de mayo del 2009) <http://www.revista-mm.com/rev44/art8.htm> 07706/2009.

Muebles y materiales ecológicos (online) (citado el 13 de junio 2009) <http://paraula.espacioblog.com/post/2006/11/28/eco-muebles-muebles-ecologicos-al-alcance-todos> 07/06/09

Asociación nacional del poliestireno expandido (online) Naturaleza de los Materiales (citado el 15 de junio) <http://www.anape.es/pdf/ficha73.pdf>

Teoría sobre la importancia del reciclaje del EPS y como hacerlo en el mundo (online) styrofoam misión recycling (citado el 10 de julio 2009) <http://www.missionrecycling.com/styrofoam.html>

Reciclaje de EPS en el mundo (online) (citado el 26 de julio 2009) [http://www.ereciclaje.com/reciclables/icopor/reciclaje\\_de\\_icopor.htm](http://www.ereciclaje.com/reciclables/icopor/reciclaje_de_icopor.htm)

Feria internacional del mueble International (online) contemporary furniture fair, New york mayo 2002 (citado el 12 de agosto 2009) [www.icff.com](http://www.icff.com)

Feria de Milán(online) (citado el 12 de agosto) [www.mueblespaña.com/milan](http://www.mueblespaña.com/milan).

Feria de san Francisco (online) San Francisco home furnishings market, san Francisco CA (citado el 16 de agosto 2009) [www.sfmart.com](http://www.sfmart.com)

Consumidor infantil (online) (citado el 7 de septiembre 2009) <http://winred.com/marketing/marketing-infantil-el-consumidor-de-hoy-y-de-manana/gmx-niv115-con1729.htm>

Consumidor joven y adolescente (online) (citado el 7 de septiembre del 2009) <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/estrategia/segmento-de-mercado-de-adolescentes-y-su-comportamiento.htm>

Imágenes del mercado internacional (online) (citado el 8 de agosto 2009) <http://images.google.com.co/images?hl=es&source=hp&q=mobiliario&gbv=2&aq=f&oq=>

Revista m&m (online).mercado, tendencias del mueble rta en Colombia y el mundo: una industria que conquisto el mercado nacional (citado 25 septiembre 2009) <http://www.revista-mm.com/rev29/herrajes.htm>

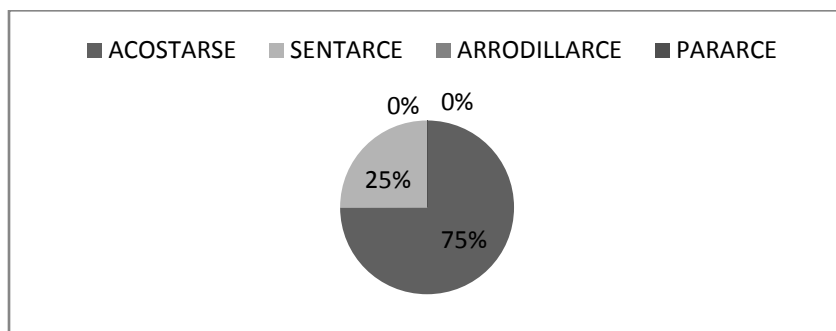
## ANEXO 1 Tabulación de resultados de las encuestas.

Se realizaron 23 encuestas a usuarios jóvenes con las siguientes preguntas:

### Que entiendes por descansar.

- a) Acostarse
- b) Sentarse
- c) Arrodillarse
- d) Pararse

|              |    |
|--------------|----|
| ACOSTARSE    | 18 |
| SENTARCE     | 6  |
| ARRODILLARCE | 0  |
| PARARCE      | 0  |

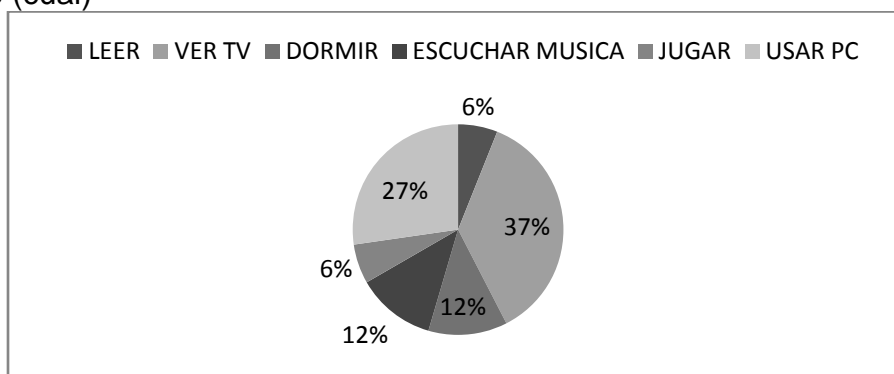


En esta primera pregunta la intención es conocer como relaciona el usuario la palabra descanso, en este caso un 75% opto por la opción acostase porque es una posición en la que todos lo músculos se encuentran reposo, contando con un apoyo en todo el cuerpo que además no lo amarra o lo obliga a tomar una posición incómoda.

### En tus ratos libres que te gusta hacer.

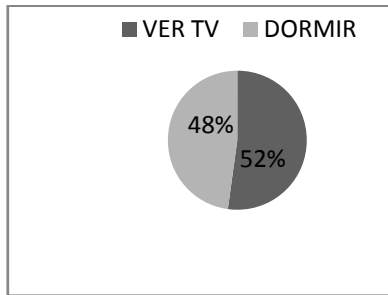
- a) Leer
- b) Ver TV
- c) Dormir
- d) Escuchar música
- e) Jugar (PlayStation, nintendo, XBOX, etc.)
- f) Usar el PC.
- g) Otro (cual)

|                 |    |
|-----------------|----|
| LEER            | 2  |
| VER TV          | 12 |
| DORMIR          | 4  |
| ESCUCHAR MUSICA | 4  |
| JUGAR           | 2  |
| USAR PC         | 9  |



La elección en este pregunta se inclina hacia ver televisión como acción o actividad que diferente a dormir permite el descansar no solo del cuerpo, sin también de la mente, se asocia con cambios en la rutina o en la cotidianidad.

**Con cuál de las opciones anteriores consideras que puedes descansar y porque?**



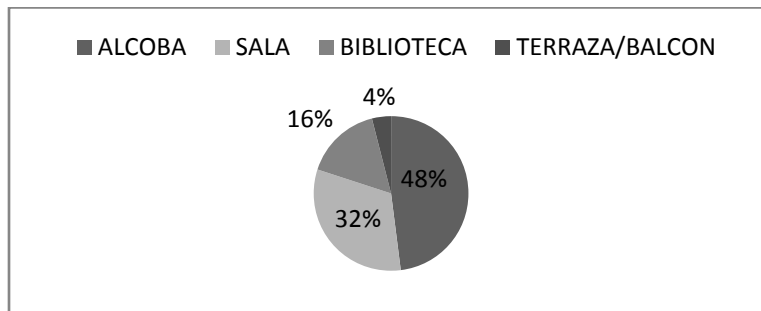
|        |    |
|--------|----|
| VER TV | 12 |
| DORMIR | 11 |

Los usuarios asociaron el descanso con dormir y ver televisión, esto conlleva a pensar que una de las posiciones más cómodas para el usuario es estar en una posición donde el apoyo completo del cuerpo les da más tranquilidad y confort.

**En que parte de la casa te gusta realizar la actividad que elegiste?**

- a) Alcoba
- b) Sala
- c) Biblioteca
- d) Terraza/balcón
- e) Otro (cual)

|                |    |
|----------------|----|
| ALCOBA         | 12 |
| SALA           | 8  |
| BIBLIOTECA     | 4  |
| TERRAZA/BALCON | 1  |

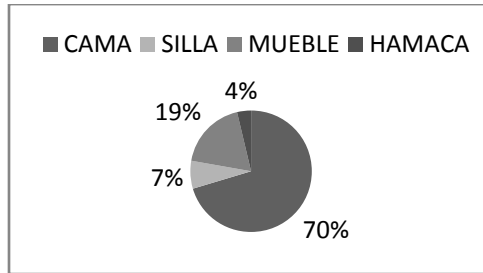


Ver televisión es una actividad que se puede realizar cerca a donde se tenga uno, puede ser una sala, alcoba, cocina, biblioteca etc. Los lugares más cómodos son sin duda los elegidos por el usuario como lo son la alcoba y la sala o biblioteca, esto se debe a la tranquilidad y facilidad de inhibición del cuerpo a adoptar posiciones más informales además de ser un espacio privado y propio para la persona en el momento de la actividad.

**Que medios físicos utilizas para descansar**

- a) Cama
- b) Silla
- c) Mueble
- d) Hamaca

|        |    |
|--------|----|
| CAMA   | 19 |
| SILLA  | 2  |
| MUEBLE | 5  |
| HAMACA | 1  |

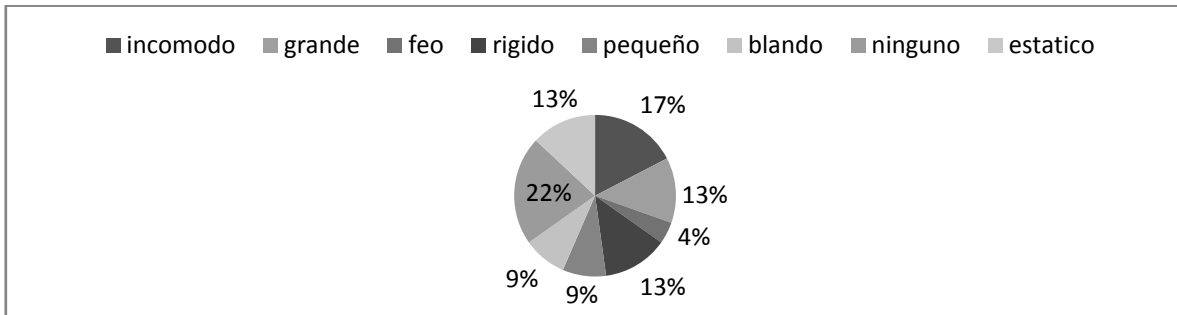


La puntuación de un 70% hace referencia a la cama como un medio físico común, cómodo y el más conocido por el hombre, no se descarto el uso de un mueble como un medio físico que aporta comodidad y relax al cuerpo. Esto ayuda a comprender que el usuario joven prefiere formas horizontales y grandes para satisfacer su necesidad de descanso.

### Que desventajas encuentras en el medio físico que elegiste?

- a) Incomodo
- b) Grande
- c) Feo
- d) Rígido
- e) Pequeño
- f) Blando
- g) Otro (cual)

|          |   |
|----------|---|
| incomodo | 4 |
| grande   | 3 |
| feo      | 1 |
| rígido   | 3 |
| pequeño  | 2 |
| blando   | 2 |
| ninguno  | 5 |
| estático | 3 |

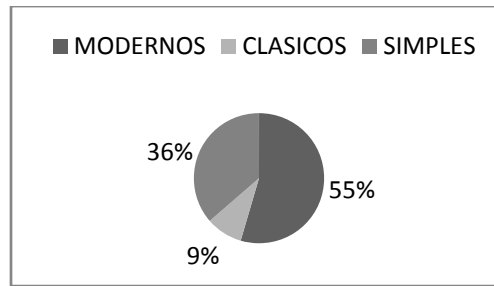


El medio físico elegido fue la cama, en cuanto a sus desventajas, la mayoría de los usuarios no percibieron desventajas, sin embargo, algunas personas optaron por elegir la opción de incomodo, esto se debe a elementos como tamaño, dureza rigidez de la estructura, y elementos como la almohada. Con estos datos se puede evitar hacer un diseño que le genere stress o incomodidad, teniendo en cuenta los ítems nombrados anteriormente.

### En cuanto a tus gustos, te gustan los diseños.

- a) Simples
- b) clásicos
- c) Modernos

|          |    |
|----------|----|
| MODERNOS | 12 |
| CLASICOS | 2  |
| SIMPLES  | 8  |



Esta pregunta es de suma importancia para comprender en que tendencia y que estilo adoptar para la elaboración del diseño. Se eligió un estilo moderno, ligado a una tendencia contemporánea más simple y practica.

### Interpretación de resultados

Según los resultados arrojados por la tabulación de encuestas, los usuarios jóvenes prefieren descansar viendo televisión, ya que el cuerpo se encuentra en un estado de absoluto reposo, sin estar dormido además, permite despejar la mente y cuerpo al mismo tiempo. Se encontró que la alcoba es el lugar donde por lo general se desarrolla esta actividad ya que es un lugar más cómodo y propio para descansar pero también se considero el uso de la sala o biblioteca, para hacer este tipo de actividad. Usualmente, una cama es el sistema más conveniente para descansar, aunque no se descarto la idea de un sillón o mueble cómodo que permita relajar el cuerpo, además se encontró que este tipo de usuario prefiere diseños modernos que se sean acordes con la época, en este caso diseños contemporáneos con toque de vanguardismo, lo que permite dejar de lado el uso de camas ordinarias para tratar con nuevos sistemas. Las camas para dormir, y los sillones o sillas para actividades como estas

En general los usuarios consideran como sistema de descanso a aquellos elementos que permitan acomodar el cuerpo de una manera adecuada para poder relajar los músculos y extremidades del cuerpo sin tener que hacer esfuerzos, que les permita también sentirse a gusto, que no les genere estrés, ni incomodidad, lo que se puede lograr por medio de formas anatómicas que se acomoden a la espalda y glúteos, y con el uso de colores y texturas que le den una apariencia agradable y sobre todo si recargas al sistema de descanso.

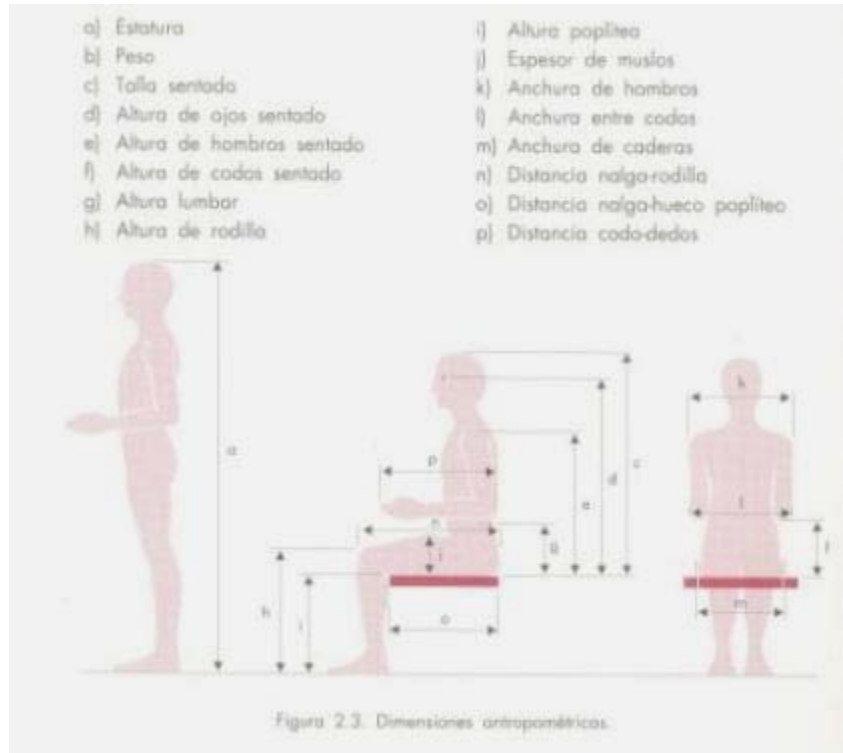
Los usuarios que se encuestaron eran jóvenes alrededor de los 19 a 27 años de edad que les gusta el relax y la comodidad en sus productos, este hecho se evidencia más en las generaciones actuales, tienden a ser mas criticas en cuanto a los gustos y actividades que les gusta realizar por lo que se trato de analizar los aspectos que les genera placer a la hora de descansar y así poder definir especificaciones técnicas de producto coherentes y acordes con lo que el usuario quiere.

## ANEXO 2 Ergonomía y antropometría.

Posturas correctas para el diseño del sistema de descanso.

Dimensiones antropométricas de la población universitaria datos (obtenidos de una universidad de España)

Dimensiones generales de jóvenes universitarios



Medidas según hombres y mujeres.

Medidas hombres y mujeres

Tabla 2.2. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN UNIVERSITARIA MUJERES. Dimensiones en cm. Muestra = 130 sujetos.

| DIMENSION                          | x    | s   | p5   | p10  | p25  | p50  | p75  | p90  | p95 |
|------------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1a) Estatura                       | 1620 | 54  | 1532 | 1582 | 1664 | 1655 | 1699 | 1708 |     |
| 1b) Peso (kg)                      | 58,8 | 6,7 | 45,8 | 48,2 | 52,3 | 61,5 | 65,4 | 67,8 |     |
| 1c) Altura sentada                 | 838  | 37  | 779  | 792  | 814  | 863  | 885  | 898  |     |
| 1d) Altura ojos                    | 735  | 34  | 679  | 681  | 712  | 738  | 778  | 790  |     |
| 1e) Altura hombros                 | 572  | 27  | 527  | 537  | 554  | 590  | 607  | 617  |     |
| 1f) Altura codos                   | 372  | 27  | 346  | 348  | 374  | 385  | 388  | 374  |     |
| 1g) Altura lumbar                  | 275  | 22  | 240  | 248  | 261  | 290  | 303  | 311  |     |
| 1h) Altura rodilla                 | 522  | 23  | 484  | 492  | 506  | 537  | 551  | 559  |     |
| 1i) Altura poplitea                | 436  | 23  | 396  | 406  | 420  | 451  | 465  | 473  |     |
| 1j) Espesor muslos                 | 148  | 14  | 126  | 129  | 138  | 158  | 166  | 171  |     |
| 1k) Anchura hombros                | 383  | 17  | 356  | 362  | 373  | 396  | 407  | 413  |     |
| 1l) Anchura codos                  | 347  | 22  | 300  | 310  | 328  | 367  | 384  | 394  |     |
| 1m) Anchura caderas                | 572  | 23  | 528  | 546  | 560  | 591  | 604  | 612  |     |
| 1n) Distancia nalga-rodilla        | 340  | 29  | 317  | 328  | 343  | 383  | 402  | 418  |     |
| 1o) Distancia nalga-huevo popliteo | 481  | 26  | 438  | 448  | 464  | 498  | 514  | 524  |     |
| 1p) Distancia codo-dedos           | 409  | 21  | 373  | 383  | 392  | 423  | 436  | 443  |     |

Tabla 2.1. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN UNIVERSITARIA HOMBRRES. Dimensiones en cm. Muestra = 130 sujetos.

| DIMENSION                          | x    | s   | p5   | p10  | p25  | p50  | p75  | p90  | p95 |
|------------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| 2a) Estatura                       | 1790 | 62  | 1648 | 1670 | 1708 | 1792 | 1832 | 1852 |     |
| 2b) Peso (kg)                      | 74,9 | 9,1 | 50,0 | 62,2 | 66,8 | 81,2 | 86,3 | 89,8 |     |
| 2c) Talla sentada                  | 888  | 35  | 821  | 843  | 865  | 912  | 933  | 946  |     |
| 2d) Altura ojos                    | 788  | 29  | 718  | 734  | 738  | 811  | 835  | 849  |     |
| 2e) Altura hombros                 | 606  | 37  | 546  | 559  | 581  | 631  | 653  | 666  |     |
| 2f) Altura codos                   | 257  | 27  | 183  | 193  | 204  | 243  | 262  | 272  |     |
| 2g) Altura lumbar                  | 279  | 28  | 233  | 244  | 251  | 298  | 315  | 325  |     |
| 2h) Altura rodilla                 | 367  | 28  | 324  | 333  | 349  | 383  | 400  | 410  |     |
| 2i) Altura poplitea                | 478  | 27  | 434  | 443  | 460  | 497  | 513  | 523  |     |
| 2j) Espesor muslos                 | 154  | 14  | 130  | 141  | 149  | 168  | 177  | 182  |     |
| 2k) Anchura hombros                | 438  | 22  | 401  | 409  | 423  | 453  | 466  | 474  |     |
| 2l) Anchura codos                  | 402  | 24  | 347  | 359  | 380  | 426  | 447  | 459  |     |
| 2m) Anchura caderas                | 382  | 24  | 343  | 351  | 364  | 398  | 413  | 421  |     |
| 2n) Distancia nalga-rodilla        | 347  | 30  | 317  | 328  | 337  | 418  | 436  | 447  |     |
| 2o) Distancia nalga-huevo popliteo | 510  | 27  | 486  | 476  | 492  | 528  | 545  | 554  |     |
| 2p) Distancia codo-dedos           | 480  | 24  | 421  | 429  | 444  | 476  | 490  | 499  |     |

Promedio de medidas de ambos sexos

TABLA 2.3. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN UNIVERSITARIA (CONJUNTA)  
Dimensiones en mm. Muestra = 300 sujetos.

| DIMENSION                   | x    | s    | p5   | p10  | p25  | p75  | p90  | p95  |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (a) Estatura                | 1685 | 87   | 1542 | 1574 | 1626 | 1744 | 1797 | 1828 |
| (b) Peso [kg]               | 65,9 | 12,1 | 46,0 | 50,4 | 57,7 | 74,0 | 81,3 | 85,7 |
| (c) Altura sentado          | 863  | 44   | 791  | 807  | 834  | 893  | 919  | 935  |
| (d) Altura ojos             | 759  | 44   | 687  | 703  | 730  | 789  | 816  | 832  |
| (e) Altura hombros          | 589  | 36   | 529  | 542  | 564  | 613  | 636  | 649  |
| (f) Altura codos            | 230  | 27   | 185  | 195  | 211  | 248  | 264  | 274  |
| (g) Altura lumbar           | 277  | 25   | 236  | 245  | 261  | 294  | 310  | 319  |
| (h) Altura rodillo          | 544  | 33   | 489  | 501  | 522  | 567  | 587  | 599  |
| (i) Altura poplitea         | 457  | 33   | 403  | 415  | 435  | 479  | 499  | 511  |
| (j) Espesor muslo           | 154  | 14   | 131  | 136  | 145  | 164  | 172  | 177  |
| (k) Anchura hombros         | 411  | 33   | 357  | 369  | 389  | 433  | 454  | 466  |
| (l) Anchura codos           | 375  | 42   | 306  | 321  | 347  | 403  | 429  | 444  |
| (m) Anchura caderas         | 379  | 23   | 340  | 349  | 363  | 394  | 409  | 417  |
| (n) longitud talgo-rodillo  | 581  | 34   | 526  | 538  | 558  | 604  | 625  | 637  |
| (o) longitud talgo-poplitea | 496  | 30   | 446  | 457  | 475  | 516  | 534  | 545  |
| (p) longitud codo-dedos     | 435  | 34   | 379  | 391  | 412  | 457  | 478  | 490  |

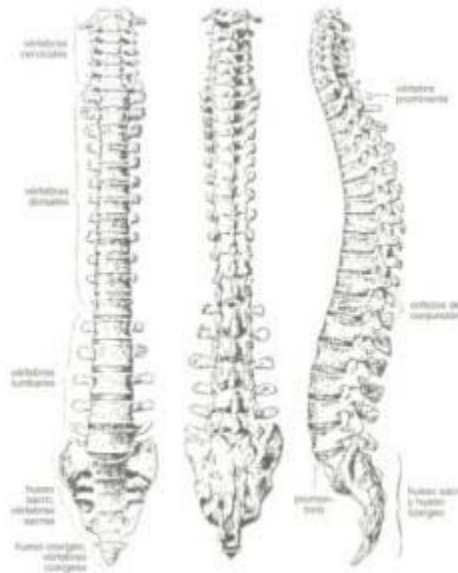
**Aspectos ortopédicos de la postura de sentado.**

Cuando se está sentado, las estructuras primarias de apoyo del cuerpo son la columna la pelvis, las piernas y los pies.

Desde el punto de vista del diseño de la postura de sentado, lo importante es la orientación de las vertebrae sacras y lumbares, pues en estas vertebrae y en sus respectivos discos y músculos recae toda la carga vertebral de la persona sentada. No obstante, cuando se ve por la espalda o por el frente, la columna vertebral relajada parece ser vertical, y cuando se ve lateralmente se aprecia una curvatura natural, la curva superior, la cervical, se inclina hacia adelante, lo cual da como resultado una inclinación convexa, y después hacia atrás a lo largo de toda la región torácica. La región lumbar se vuelve a curvar y termina en el sacro, ubicado en la pelvis.

Como la espina dorsal ha evolucionado en su forma, parece razonable sugerir que su forma natural es aquella que produce tanto la distribución óptima de presión sobre los discos cervicales, como el nivel óptimo de carga estática sobre los músculos intervertebrales. Por lo tanto un asiento que force a adoptar una postura vertebral distinta probablemente producirá una mala distribución de las presiones del disco y con el transcurso del tiempo, originara dolores lumbares.

## Posturas de la columna vertebral



Según un estudio ejecutado por unos analistas llamados Keegan y Ranke<sup>23</sup> en 1964, se sugirió que la forma de la columna vertebral relajada y normal se produce cuando la persona está recargada confortablemente de lado, con los muslos y piernas moderadamente flexionados. Al comparar la curva lumbar por esta posición por las curvas producidas en otras 10 posiciones de sentado se pudieron ver grandes diferencias en la forma de la curvatura, los datos arrojados por los analistas sugieren que la postura de sentado que produce la aproximación más cercana a la forma lumbar normal, es aquella en la que el ángulo entre tronco y el muslo es cerca de los 115 grados y la posición lumbar de la columna está apoyada. Tales datos también sugieren que la posición de sentarse derecho produce gran distorsión vertebral. En esta posición el peso compresor de la parte superior del cuerpo es dañino para las vértebras lumbares inferiores, a ello se debe la incomodidad, y algunas veces el dolor que experimenta una persona que se sienta en una silla con un respaldo de 90 grados.

A medida que la espalda se mueve de una postura recta a una jorobada, la pelvis hace rotación hacia atrás correspondiente, porque esta fija al área sacra, por ende se sugiere que los asientos deben diseñarse de tal modo que se apoye el lado superior de la pelvis en un intento por frenar esta tendencia de rotación.

### **Aspectos musculares.**

Una postura inclinada hacia adelante de jorobado causa fatiga en los músculos.

La provisión de respaldos reduce la fatiga lumbar

El respaldo con ángulo obtuso ayuda a estabilizar la rotación de la pelvis.

---

<sup>23</sup> Morgan Keegan & Company, Inc. analistas de investigación de la equidad

## Aspectos conductuales.

### Concepto de comodidad.

La fatiga muscular y la deformación de la columna vertebral reducen la comodidad y aumentan el estrés.

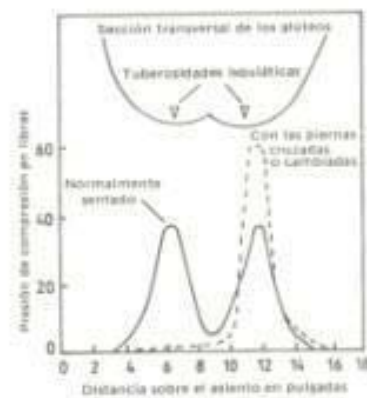
Es muy difícil definir la comodidad, sobre todo porque es un concepto enteramente subjetivo, las características de un asiento, que para un individuo puede ayudarle a adoptar una postura cómoda, pueden ser muy diferentes de las escogidas por otro individuo, como no se puede medir ni definir comodidad el investigador Branton sugiere que la ausencia de incomodidad no necesariamente conlleva a sentimientos positivos, sino simplemente a la presencia de ningún sentimiento. Este argumento sugiere que el asiento ideal es aquel en que la persona deja de prestar atención al asiento y a su postura cuando se halla en este estado, la persona es capaz de prestar atención a cualquier actividad que desee seguir.

### Dinámica conductual de la postura sentado.

La columna no es la única parte de la estructura del cuerpo que debe considerarse cuando se diseña un asiento, la importancia de los pies y de la pelvis que adoptan la forma de una palanca mecánica simple y un sistema de suspensión que ayudan a estabilizar el cuerpo.

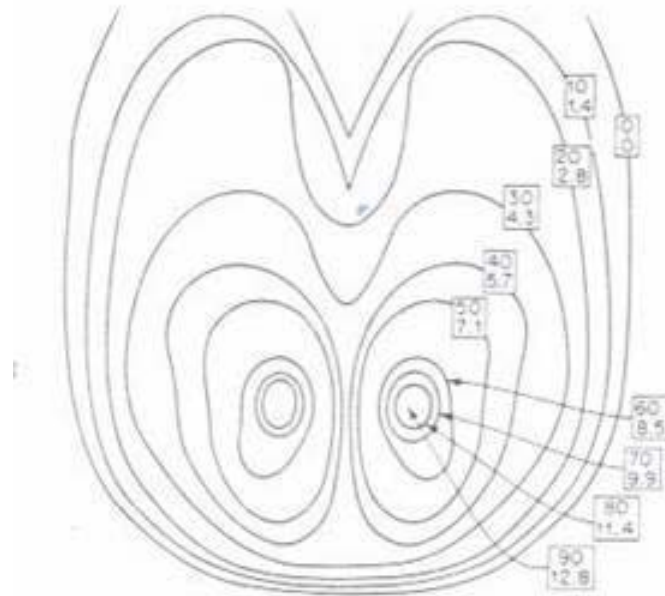
El contacto con el asiento se hace solo mediante 2 huesos redondos, las tuberosidades isquiáticas, cubiertas por muy poco musculo, estas soportan aproximadamente el 75% de su peso total sobre 25 cm<sup>2</sup>, esta carga es suficiente para producir fatiga por compresión, en términos fisiológicos, esta fatiga es la reducción de la circulación de la sangre a través de los capilares, que afectan las terminaciones nerviosas locales y da como resultado sensaciones de dolor, el adormecimiento y malestar.

Distribución de presión sobre el asiento durante posiciones normales



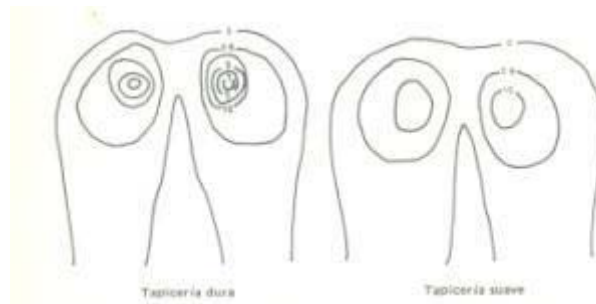
Se considera como una deseable distribución del peso de una persona que esté conduciendo un vehículo. Cada una de las líneas representa un perfil de igual presión, que va desde la presión de las tuberosidades isquiales de 90 gramos/cm<sup>2</sup> a los perfiles más externos de 10 gramos/cm<sup>2</sup>.

### Distribución deseable del peso sobre los glúteos



La distribución de presiones ya sea en un asiento duro o acolchado, da como resultado una disminución o aumento de la fatiga de compresión, con el asiento acolchado se reduce esta compresión casi en un 400% en el área de apoyo de contacto entre los glúteos y el asiento, así mismo al cambiar las posiciones de respaldo se produce una disminución de esta fatiga.

### Distribución de peso mientras se sienta sobre una tapicería dura y una blanda



## Diseño de asientos

Del análisis anterior se pueden seguir varios principios para el diseño de asientos.

- El tipo y las dimensiones del asiento están relacionadas con la razón de estar sentado.
- Las dimensiones del asiento deberían adecuarse a las dimensiones antropométricas apropiadas de la persona que se sienta.
- La silla debe diseñarse para dar apoyo y estabilidad a la persona que se sienta
- La silla debe diseñarse para permitir variar la postura a la persona que se sienta, pero el tapiz necesita ser resistente a los resbalones cuando esta persona se mueva nerviosamente.
- La silla debe tener un respaldo, particularmente prominente en la región lumbar, que reducirá el estrés en la parte de la columna vertebral.
- La superficie del asiento necesita el suficiente acolchado y la suficiente firmeza para ayudar a distribuir las presiones del peso del cuerpo y de las tuberosidades isquiaticas

## Consideraciones antropométricas.

- Altura del asiento: silla de descanso de 38 a 45 cm
- Ancho del asiento: de 43 a 45 cm
- Profundidad del asiento: silla de descanso de 40 a 43 cm
- Angulo del asiento: silla de descanso de 19 a 20 grados con la horizontal.
- Altura y ancho del respaldo: de 48 a 63 cm de alto por 35 a 48 cm de ancho
- Angulo del respaldo: de 103 a 115 grados
- Altura del descanso para el brazo: silla de descanso de 21 a 22 cm arriba del asiento comprimido.

Ángulos y medidas para asientos de descanso

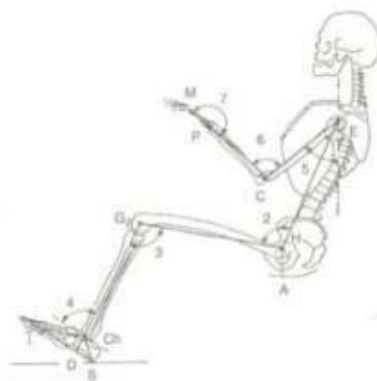
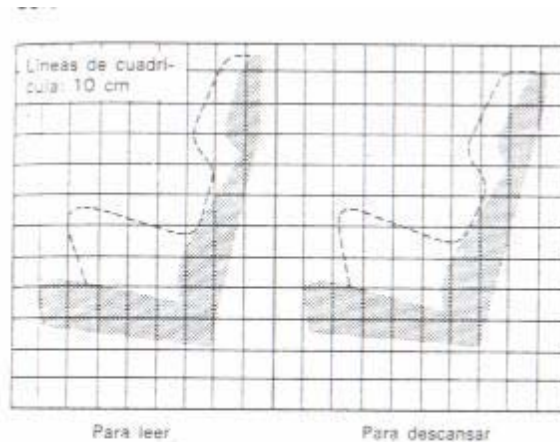


Figura 12. Analogía entre el esqueleto y el sistema de eslabones articulados.

| DEFINICIÓN                               | REFERENCIA FIGURA 3 | LÍMITE INFERIOR | LÍMITE SUPERIOR |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| Eje tronco - vertical                    | A1                  | 10°             | 20°             |
| Eje tronco - eje cadera                  | A2                  | 90°             | 110°            |
| Eje cadera - eje pierna                  | A3                  | 95°             | 120°            |
| Eje pierna paralelo al suelo             | A4                  | 90°             | 110°            |
| Eje brazo - vertical (flexión)           | A5                  | 10°             | 35°             |
| Eje brazo - vertical (abducción)         | A5                  | 0°              | 30°             |
| Eje brazo - eje antebrazo                | A6                  | 80°             | 160°            |
| Eje antebrazo - eje mano (flexión)       | A7                  | 180°            | 190°            |
| Eje antebrazo - eje mano (incl. lateral) | A7                  | 170°            | 190°            |

### Perfiles de asientos propuestos para leer y descansar



Los perfiles de ambas sillas aparecen en la figura, Nótese los distintos ángulos de. Respaldos y asientos que procuran un total soporte a la espalda, y un soporte particular para las secciones más bajas (lumbares) de la columna vertebral.

### **Cojinado y tapizado.**

El acolchado tiene 2 funciones importantes:

- Ayuda a distribuir las presiones sobre las tuberosidades isquiáticas y sobre los glúteos, causadas por el peso de la persona que se sienta.
- Permite al cuerpo adoptar una postura estable. Para este fin, el cuerpo debe tener la posibilidad de hundirse en el acolchado que lo sostiene, sin embargo un acolchado demasiado suave da la sensación de “flotar” , de esta modo las aéreas del cuerpo que están en contacto con el asiento quedan totalmente comprimidas , se contraen entre sí, no permitiendo un descanso apropiado y podría resultar cansado.

Con respecto al tapizado (forro) del asiento, los aspectos importantes son la habilidad para disipar el calor y la humedad generada por el cuerpo sentado y su habilidad para resistir el movimiento de resbalar hacia adelante, que es natural al cabo de cierto tiempo.

### ANEXO 3 Proceso de construcción del prototipo

El proceso comenzó con la obtención del bloque proveído por la constructora pre comprimidos S.A, este poseía unas medidas de 1.60 metros x 1 metro x50 centímetros, con un total en volumen de 8000 m<sup>3</sup>.

Luego se procedió con la elaboración de plantillas en escala 1:1 teniendo en cuenta los planos de taller de la propuesta.

Plantillas laterales en escala real de la propuesta



Se esbozo la plantilla sobre uno de los lados del bloque de EPS reprocessado y con ayuda de otra persona se delinea el trazo del esbozo con la cortadora manual para poliestireno expandido. Esta herramienta fue uno de los inconvenientes durante el proceso, ya que es poco rudimentaria y pueden llegar a ser peligrosa

Cortadora manual de poliestireno expandido



Uno de los problemas que presenta esta herramienta es el paso de corriente que puede ser peligroso para el que lo manipula y el alambre de ferróníquel caliente y expuesto que puede conllevar a una quemadura si no se manipula de manera correcta. Como las piezas a cortar poseen un espesor de 50 cm se hizo una extensión a la herramienta para poder hacer el corte de una manera fácil

Cortadora manual de EPS con extensión



Luego de cortar las piezas más grandes, se procedió a cortar el apoyo de los brazos usando una sierra sin fin ubicada en las instalaciones de la universidad EAFIT, esta herramienta permite cortes limpios y simétricos y es fácil y rápido uso

Corte de los laterales del apoyo de brazos en una sierra sin fin



Luego de tener todas las piezas debidamente cortadas, se procedió a unir las o pegarlas por medio de la pega especial Atex 340 ideal para poliestireno expandido o icopor como lo llaman en Colombia. Esta pega presento una demora en el calendario del prototipo, puesto que solo es conseguida en la ciudad de Bogotá y hubo que esperar su llegada 2 días, por demoras en el servicio de transporte, lo que se considera una desventaja en cuanto a la consecución de los materiales para trabajar en el mercado local.

Atex 340 pega para icopor.



Se procedió entonces a unir las piezas, como el apoyo de los brazos y parte del mueble principal.

### Unión de piezas



Luego de tener las piezas completamente unidas, se noto la fragilidad del material para interactuar con él, por lo que se tomo la decisión de hacer un refuerzo a cada una de ellas, sin alterar su forma. Este refuerzo se hizo con cartón paja, por su economía y fácil manipulación. Para efectos del producto real se pensó hacer el recubrimiento con madera, puesto que los refuerzos son necesarios en superficies planas, es decir en los laterales de cada pieza, para proteger el material de golpes accidentales o posibles fracturas por una mala manipulación

### Plantillas re forzantes de cartón paja



Seguido de esto se ensayaron las diferentes posiciones propuestas en el diseño para verificar que encajan debidamente y soportaran un peso humano promedio de 70 kg, para luego empezar el proceso de tapizado y acabado.

### Posiciones en el prototipo.



la labor de tapizado se efectuo con ayuda de una persona con experiencia en este campo, esto con el fin de evitar al maximo errores en la costura y podern darle una apariencia mas real al prototipo.

Tapizado y acabado del prototipo



### **Inconvenientes durante el proceso de construccion.**

La mayor dificultad fue tratar de no fracturar el material y manipularlo de manera tal que se evitara perdidas del mismo, ya que tienden a desprenderse esferas espumadas de la superficie del bloque.

Esferas de EPS desprendidas en el suelo y pérdida de material en las esquinas por la vulnerabilidad del material



El uso de la cortadora manual, fue un gran reto para el proyecto, ya que era de suma importancia hacer que las superficies quedaran lo mas parejas posibles, y en muchas ocasiones, esto resulto dificil, luego de muchos errores se logro emparejar al maximo todas las superficies, pero no todas quedan con la misma exactudud como deberia quedar en el producto. Esto se pude tomar en cuenta para la realizacion en un futuro del producto final tratando de automatizar el proceso de tal manera que los errores y el tiempo sean minimos.otra de las labores que resultaron un poco complicadad fue la manipulacio de la pega y la obtencion de la misma, ya que como se menciono anteriormente no es conseguida en el mercado local es decir en medellin y por lo tanto debe ser pedida y mandada por correo desde la cuidad de bogota. Por otro lado, al usar la pega es normal que se pegue de otros objetos que no sean el objetivo, como en las manos, suelo, ropa y otros, causando desorden y dificultad en el la manipulacion del bloque.

Superficies poco parejas y vulnerabilidad del material a la pega



#### **ANEXO 4 Prueba de usuario**

Esta prueba se realizó para consultar el pensamiento de los usuarios jóvenes de los 20 a 27 años, acerca del prototipo final del sistema de descanso BIOVERSA.

Se realizaron 2 tipos de pruebas: prueba visual y prueba de uso.

La prueba visual, se hizo con el fin de identificar a simple vista que opinan del diseño en cuanto a la parte formal y estética, además de explicar que es un diseño hecho con poliestireno expandido (EPS) reprocesado o reciclado y tomar nota de la impresión que se tiene de los eco muebles y la labor que representa esto en la disminución de desechos.

La prueba de uso o de función, se hizo con el fin de verificar si el usuario puede descansar con este tipo de sistema y si es considerado cómodo o efectivo a la hora de ver televisión u otra tarea que se considere para relajar el cuerpo.

#### **Prueba visual**

Ambas pruebas se realizaron a una muestra de 10 personas jóvenes que están dentro del rango establecido de usuario

La prueba consto de el análisis de unas imágenes que muestran el diseño del prototipo final y las diferentes posiciones o maneras de ubicar las piezas del diseño, además se mostraron las diferentes poses que se pueden realizar con el prototipo. La idea de esta prueba fue obtener apreciaciones personales de los usuarios teniendo en cuenta unos criterios de evaluación.

El formato de la prueba se muestra a continuación.

Diseño general del sistema de descanso

Fotos. Diseño general del sistema de descanso.



Para efectos de transporte y guardado.

### Posturas y modos de uso



### Posturas .

Según su apreciación personal, como le parece que está establecido el diseño según los criterios mencionados a continuación. **Nota: la silla es hecha en icopor (EPS) reciclado.**

- Formalmente- estéticamente:
- Tamaño (según la función ver tv)
- Colores:
- Comodidad según lo que puedes observar en las fotos:
- Te parece que el diseño se enfoca a un usuario joven?
- Las posturas que se pueden adoptar, te parecen apropiadas y cómodas
- Material y labor ambiental que se realiza.

### Resultados de la prueba

Como las preguntas del formato son abiertas, no es posible una tabulación lógica, por las múltiples respuestas que se dieron por lo que se mencionaran algunas de

las respuestas más pertinentes que ayudan al análisis general del sistema de descanso.

Formalmente:

- Es un producto agradable a la vista, innovador, moderno y práctico para su uso y almacenamiento.
- Se ve muy bien y está diseñado para usarlo en diferentes lugares de la casa, lo que le da un toque de versatilidad y lo diferencia de otros en el mercado
- El sistema posee un aspecto elegante y sobrio además de poder presentar varias alternativas para ajustarla, se convierte entonces en una alternativa muy práctica.
- El concepto de un mueble modular es un aspecto que le da valor agregado al diseño, además de poder usar diferentes posturas y modos de armar el asiento es un manera interesante de interactuar con el usuario.

Tamaño:

- Tiene un tamaño adecuado para adoptar diversas posiciones de descanso, y apto para diferentes tamaños de personas.
- Adecuado y acorde para el fin con el que fue diseñado.
- yo no metería la silla en una pieza para ver tv, sino que la usaría para una sala donde halla tv, pero tiene la ventaja de que se puede apilar y guardar más fácil. Podría buscarse la posibilidad de que cuando se guarde, aun pueda servir como silla.
- es algo grande para un cuarto en especial si es pequeño, pero por la forma y las posiciones que se puede adoptar en el, estaría perfecto en una sala o biblioteca.

Colores:

- Me parecen unos color muy acordes al diseño y su función, además me gusta su simplicidad y modernidad
- Utiliza colores neutros que le permiten adaptarse fácilmente a diferentes espacios de la casa.
- Modernos, muy similares a los que se ven hoy en día
- los colores y el diseño grafico que posee reflejan una imagen muy moderna y sofisticada además el concepto de reciclaje le da aun mas modernidad

Comodidad según lo apreciado en las imágenes:

- No es muy seguro, pero se ve incomoda, puede que no sea su forma sino, su tamaño, parece estar sobredimensionada
- No sé qué tan confortable pueda ser el material, pero en relación a la diversidad de posiciones que se pueden adoptar, logra ser un sistema cómodo.
- muy cómoda, además por la diversidad de posiciones que se pueden adoptar que no obliga a la persona a sentarse normalmente
- en la silla principal, se podría utilizar un radio más cerrado con el fin de que el cuerpo entre más en la silla si la persona desea
- para ver tv, solamente las poses que usan el mueble grande son las que enfocan comodidad, el otro tipo de asiento al no tener espaldar no son cómodas
- el uso de un descanso para pies es sin duda un aspecto muy cómodo de la silla

Diseño para un usuario joven:

- Si por supuesto
- Si, utiliza formas fluidas, modulares, colores de contraste, un diseño innovador que son características relacionadas a una persona joven, activa, creativa.
- Si enfoca a una persona joven pero que ya vive sola y vive a la vanguardia
- En cuanto a formas si enfoca a ese tipo de usuario, en cuanto a colores por ser neutros pueden enfocarse a todo tipo de usuario

Material y labor ambiental que se realiza:

- Es muy interesante ver que con ese tipo de desecho se pueden hacer otras cosas a las que por lo general se ven
- Muy innovador la propuesta de usar un material reciclado, además que ayuda al medio ambiente.
- No parece que fuera hecho con material reciclado, ya que por lo general se tiene en la mente que lo reciclado es feo y esto rompe con este esquema.
- La elegancia del diseño, los colores y las formas hacen que se le valor agregado a el material, a simple vista no parece que fuera hecho con este tipo de desecho, muy buena la propuesta
- Al saber que el sistema es hecho con material reciclado, despierta cierto interés en el consumidor al saber cómo fue desarrollado y cómo es posible hacer formas y diseños llamativos que provocan tener el producto.

## Prueba de uso.

Luego de hacer las preguntas en cuanto al diseño, se procedió a hacer la prueba de uso, en donde los usuarios prueban el diseño para catalogar el confort y la comodidad del mismo.

Una vez más las opiniones son subjetivas y abiertas, por lo que se hizo un resumen de las respuestas en cuanto a la comodidad que ofrece el sistema.

Usuarios en la prueba de uso



De esta prueba se analizo cada una de las posturas realizadas por los usuarios, el modo de ensamble de cada una de las piezas y las diferentes posiciones que se pueden hacer con él.

## Resultados de la prueba de uso.

- La silla es cómoda, y apropiada para las dimensiones del cuerpo, ofrece apoyo en espalda, cabeza y pies, es mucho más cómoda cuando posee el descanso de piernas, pero se ve un poco grande cuando está con él.
- El sistema ofrece un descanso notable, parece ser mucho más rígida de lejos, el material le aporta cierta amortiguación a los músculos por lo que me parece que funciona, además de aportar una reducción de impacto ambiental
- El asiento es cómodo, y más cuando tiene el descanso de pies, pero podría sugerir un método alternativo para que la espalda tenga más apoyo en la parte lumbar.
- Súper cómoda, me gusta, mucho, pero es un poco grande cuando tiene el descanso de pies, lo bueno del diseño es que es modular entonces se pueden adoptar varias posiciones, pero sin duda la más cómoda es cuando el sistema posee descanso de brazos y pies.
- Me parece que la inclinación de la columna es la ideal para poder cumplir con la función de ver televisión
- Es cómoda pero podría aportar mayor comodidad si fuera más blanda, sobre todo en el área de la espalda, lo positivo de todo esto es el hecho de hacer un diseño tan bonito en un material reciclado.
- Es cómoda, es bonita y aporta la opción de varias poses, para mí eso le da más comodidad al sistema, además no pesa nada y se puede almacenar de una forma fácil.
- Cumple su función, me siento bien y estoy tranquilo, no estoy incomodo y eso es lo importante con el diseño.

En general los resultados de esta prueba comprobaron que el prototipo es cómodo, y permite un descanso para el cuerpo en los pies, cabeza y espalda cuando se vea televisión, claro que también se presta para funciones como leer o recostarse un rato.