

**Diseño y desarrollo de una línea de muebles hechos a partir de
cartón corrugado para vivienda de interés social**

**Santiago Sierra López
200410030085**

**Lucas Velilla de los Ríos
200429406085**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingenieros de Diseño de Productos**

Asesor: Andrés Valencia Osorio

**Medellín
Universidad EAFIT
Departamento de Ingeniería de Diseño de Productos
2009**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín 13 de Octubre del 2009

Tabla de Contenido

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE ANEXOS	7
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	10
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVO GENERAL	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
ALCANCE Y PRODUCTOS	25
METODOLOGÍA.....	26
CAPÍTULO 1. INVESTIGACIÓN	27
1.1 Definición del usuario y contexto del producto	28
1.1.1 Usuario	30
1.1.2 Contexto	31
1.2. Investigación del mercado local	34
1.2.1. Camas	34
1.2.2 Sofás.....	36
1.2.3 Closets.....	37
CAPÍTULO 2. DISEÑO DEL PRODUCTO	40
2.1 DISEÑO CONCEPTUAL	40
2.1.1 Especificaciones de diseño del producto (PDS)	41
2.2 DISEÑO FORMAL.....	45
2.2.1 Exploración Formal.....	46
2.2.1.1. Análisis formal.....	46
2.2.1.2. Alfabeto visual.....	50
2.2.2 Generación de alternativas	54
2.2.3 Selección de alternativas	56
2.2.3.1 Desarrollo de alternativas:.....	56
2.2.3.2 Matriz de Evaluación	58
2.3 DISEÑO DE DETALLE.....	64
2.3.1 Modelación 3D	65
2.3.1.1 Modelación de partes	65
2.3.1.2 Creación de planos	67
2.3.1.3 Verificación Ergonómica.....	67
2.3.1.4. Diseño de detalle de partes.....	69
2.3.2 Verificación CAE	74
CAPITULO 3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	78

3.1. Creación y materialización.	78
3.1.1. Elaboración del prototipo	78
CARTA DE PROCESOS	81
3.1.2. Costos del producto	83
3.2. Pruebas finales.....	85
3.2.1. Pruebas Técnicas	85
3.2.1.1 Prueba de resistencia a la compresión vertical (R.C.V)	85
3.2.1.2. Pruebas de compresión a probetas de estructuras.	88
3.2.2 Pruebas de Usuario	92
3.2.2.1. Entrevista	93
3.2.2.2. Ergonomía del producto	98
 CAPITULO 4. CONCLUSIONES.....	 99
 CAPITULO 5. BIBLIOGRAFIA.....	 101
 ANEXOS	 103

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Gráfica sobre los gastos primarios de una familia que ocupa una VIS ...</i>	12
<i>Figura 2. Gráfica sobre la importancia del amueblamiento en una VIS</i>	13
<i>Figura 3 Gráfica sobre los muebles de mayor importancia para una familia habitante de una VIS.....</i>	1
<i>Figura 4 Imágenes de la situación actual de amueblamiento en una VIS</i>	14
<i>Figura 5. Disposición de las VIS para adquirir muebles en cartón corrugado.....</i>	15
<i>Figura 6. Elaboración del cartón corrugado</i>	17
<i>Figura 7. Partes del cartón corrugado.....</i>	17
<i>Figura 8. Estructura del cartón corrugado doble.</i>	18
<i>Figura 9. Gráfica de tipos de flautas.....</i>	19
<i>Figura 10. ¿ Cuánto estaría dispuesto a pagar una familia VIS para adquirir muebles en cartón corrugado?.....</i>	22
<i>Figura 11. Metodología del Proyecto.....</i>	26
<i>Figura 12 Fase de Investigación.</i>	27
<i>Figura 13. Número de personas por vivienda.....</i>	30
<i>Figura 14. Collage del contexto.....</i>	32
<i>Figura 15. Plano vivienda VIS La Aurora.....</i>	32
<i>Figura 16. Resultados de la investigación del mercado local. Camas.....</i>	34
<i>Figura 17. Resultados de la investigación del mercado local. Sofás.....</i>	36
<i>Figura 18. Resultados de la investigación del mercado local. Closets.....</i>	37
<i>Figura 19. Fase de diseño conceptual.</i>	40
<i>Figura 20. Fase de diseño conceptual.</i>	45
<i>Figura 21. Collage del usuario.....</i>	47
<i>Figura 22. Productos encontrados dentro del contexto.....</i>	48
<i>Figura 23. Productos sustitutos o complementarios</i>	49
<i>Figura 24. Collage de la emoción</i>	50
<i>Figura 25. Collage del Referente formal.....</i>	51
<i>Figura 26. Análisis de formas</i>	52
<i>Figura 27. Exploración formal.....</i>	53
<i>Figura 28. Colores y texturas.....</i>	54
<i>Figura 29. Lluvia de ideas 1</i>	55
<i>Figura 30. Lluvia de ideas 2.....</i>	56
<i>Figura 31. Desarrollo de las 5 alternativas a evaluar.</i>	57
<i>Figura 32. 5 Alternativas Finales.....</i>	59
<i>Figura 33. Propuesta final.</i>	61
<i>Figura 34. Elementos del Closet.</i>	62
<i>Figura 35. Elementos de la Cama-Sofá.....</i>	63
<i>Figura 36. Propuesta final ambientada.</i>	63

<i>Figura 37. Fase de diseño de detalle.</i>	64
<i>Figura 38. Proceso de modelación en Rhinoceros 4.0.</i>	66
<i>Figura 39. Proceso de modelación en Pro-engineer</i>	66
<i>Figura 40. Plano de cama-sofá</i>	67
<i>Figura 41. Verificación de medidas ergonómicas 1</i>	68
<i>Figura 42. Verificación de medidas ergonómicas 2</i>	69
<i>Figura 43 Diseño de detalle, entrepaños.</i>	70
<i>Figura 45. Diseño de detalle, bisagra pivote.</i>	71
<i>Figura 46. Diseño de detalle, sistema push y deslizadores.</i>	72
<i>Figura 47. Diseño de detalle, cama Auxiliar.</i>	73
<i>Figura 48. Diseño de detalle, estructura cama-sofá.</i>	74
<i>Figura 49. Distribución de fuerzas en el modelo.</i>	75
<i>Figura 50. Análisis de elementos finitos en modelo del closet.</i>	76
<i>Figura 51. Despiece</i>	78
<i>Figura 52. Corte</i>	78
<i>Figura 53. Aglomerado.</i>	79
<i>Figura 54. Elaboacion de rieles y entrepaños.</i>	79
<i>Figura 55. Cubrimiento de bordes o cantos.</i>	80
<i>Figura 56. Aplicación de sellante y pintura.</i>	80
<i>Figura 57. Fase de pruebas finales.</i>	85
<i>Figura 58. Resistencia a la compresión vertical (Edge Crush Test)</i>	86
<i>Figura 59. Montaje de pruebas de compresión, Universidad Eafit.</i>	88
<i>Figura 60. Estructura, cama auxiliar.</i>	89
<i>Figura 61. Tabla de deformación vs Fuerza y fotografía de la prueba 1.</i>	89
<i>Figura 62. Tabla de deformación vs Fuerza y fotografía de la prueba 2.</i>	90
<i>Figura 63. Estructura cama-sofá.</i>	91
<i>Figura 64. Fallo en prueba de compresión, prueba 3.</i>	91
<i>Figura 65. Fallo en la prueba de compresión, prueba 4.</i>	92
<i>Figura 66. Usuario Vs Producto.</i>	93
<i>Figura 67. Distribución del producto en la vivienda de interés social.</i>	95
<i>Figura 68. Recomendaciones de cuidado y uso.</i>	97
<i>Figura 69. Recomendaciones para el uso del closet.</i>	97
<i>Figura 70. Ergonomía del producto.</i>	98

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tipo de flautas, acanalados u ondas.</i>	19
<i>Tabla 2. Resistencia a la compresión vertical (RVC) del cartón corrugado.</i>	21
<i>Tabla 3. PDS del producto</i>	44
<i>Tabla 4. Matriz de evaluación de las 5 alternativas de diseño.</i>	60
<i>Tabla 5. Carta de Procesos</i>	83
<i>Tabla 6. Tabla de costos del proyecto.</i>	84
<i>Tabla 7. Resultados de la pruebas R.C.V a muestra impresa y sin impresión.</i>	87

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Encuesta y resultados realizados en el barrio La Aurora.
- Anexo B.** Investigación de la competencia.
- Anexo C.** Planos del producto.
- Anexo D.** Ergonomía.
- Anexo E.** Cartas de procesos de producción.
- Anexo F.** Pruebas técnicas de compresión.
- Anexo G.** Formato y resultados de las pruebas de usuario.

RESUMEN

El proyecto de grado “diseño y desarrollo de una línea de muebles hechos en cartón corrugado para la vivienda de interés social” integra la técnica con la visión social, puesto que aprovecha el conocimiento adquirido durante la formación universitaria para dar respuesta a una necesidad social, en tanto plantea una solución para beneficio de todas las partes involucradas, desde el diseñador hasta los consumidores finales.

El cartón corrugado se presenta como un elemento alternativo para brindar una solución práctica a la necesidad de dotación de mobiliario para las viviendas de interés social. Este, además de ser un material amigable con el medio ambiente por su bajo impacto ecológico, gracias a que es reciclable y reutilizable, mediante un adecuado tratamiento permite la elaboración de productos funcionales, estéticos y de calidad, resistentes a las condiciones de vida doméstica.

Esta es una propuesta que le suma al propósito de dignificar la vida de los menos favorecidos ya que su costo es inferior a la oferta del mercado y ofrece iguales e incluso mayores beneficios a los usuarios.

El diseño de un producto al servicio de la sociedad es el reto que representa la producción de materiales como estos, que combinan la estética, la funcionalidad y el tamaño, logrando un perfecto acople para producir mobiliarios adaptados a la realidad de la vivienda de interés social que se caracteriza por espacios muy reducidos, ocupados por un número de personas superior al que lo habitaría cómodamente y con niveles de ingresos que les dificulta el acceso a productos de línea tradicional.

INTRODUCCIÓN

La conciencia que el Estado Colombiano, junto con sus departamentos y ciudades, ha venido adquiriendo sobre las condiciones de vida de las personas menos favorecidas, que constituyen una gran población (en Medellín, por ejemplo, el 79,82% de la población lo conforman los estratos 1, 2 y 3)¹, ha hecho que se tomen medidas para ofrecerles oportunidades de acceso a Viviendas de Interés Social (VIS). Alternativas de créditos con intereses más bajos, ampliación de plazos y subsidios, entre otras, les acerca a la posibilidad de tener vivienda propia.

Pero un hogar no sólo está conformado por un techo y cuatro paredes. Para tener una vivienda digna, este espacio necesita un mobiliario básico, pisos y fachadas en buen estado, de los cuales carecen muchas de las familias que acceden a una VIS, ya que el costo de los acabados y la dotación de una vivienda, por lo general, supera su capacidad de pago.

De otro lado, los diseños tradicionales de los muebles que se encuentran en el mercado, no siempre son pensados para espacios tan reducidos como los de las VIS, donde un 80% (ver Figura 13) de éstas son habitadas por más de 4 personas, cifra mayor al número de individuos que podrían alojarse cómodamente.

Así pues, el costo, tamaño y distribución del mobiliario, resultan determinantes para brindar confortabilidad a las familias que habitan una VIS y es por eso que este proyecto se constituye en un significativo aporte para mejorar su calidad de vida, en tanto se trata de producir un kit de mobiliario básico que, siguiendo la tendencia de cero emisiones y aprovechando las propiedades mecánicas y ambientales del cartón, pueda suplir esta necesidad, con una propuesta estética, práctica y ecológica, de bajo costo.

¹ Tomado de la página Web. <http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/datosEstadisticos/obj/pdf/03-1%20Poblacion%20ECV%202004.pdf>

ANTECEDENTES

La situación de violencia que ha vivido Colombia, especialmente en las zonas rurales, ha obligado a las familias campesinas a desplazarse hacia las ciudades capitales, generando un aumento significativo en el *déficit cuantitativo*² de hogares; en consecuencia, la calidad de vida ha desmejorado y la pobreza ha aumentado.

La vivienda constituye un factor determinante de desarrollo social y económico de un país, departamento o ciudad y es el bien más costoso que la mayoría de la población puede aspirar a adquirir a lo largo de su vida, al tiempo que es uno de los principales problemas de las familias de bajos recursos en Colombia. De allí que las diferentes alcaldías y gobernaciones se han puesto en la tarea de crear proyectos para tratar de solucionar, o al menos mejorar, la situación de tantas familias que hoy día viven en la miseria.

De otro lado, la Constitución Política de Colombia de 1991, dentro del capítulo de los Derechos Sociales, Económicos y Culturales, establece en el artículo 51, que “Todos los Colombianos tienen derecho a una vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo”.

Las viviendas de interés social, están dirigidas a las personas que devengan menos de cuatro salarios mínimos mensuales legales vigentes (*SMLMV*). El valor máximo de una VIS es de 135 *SMLMV* de 2008 (\$62.302.500)³. Además cuentan

² Comparación entre el número de hogares y el número de viviendas apropiadas existentes.

³ Tomado de la revista “Medellín como vamos”, Informe de calidad de vida de Medellín 2008, 2008, p 18

con un subsidio de vivienda otorgado por las cajas de compensación familiar y el gobierno nacional.

En la ciudad de Medellín se ha venido de menos a más; pues mientras entre 1990 y 2002 se construyeron 5.000 viviendas, entre los años 2004 y 2007 se construyeron 5.782⁴. Mostrando así la importancia que se le está dando a ofrecer soluciones de vivienda a la población menos favorecida.

Sin embargo, todavía hay mucho por hacer y construir, “según información reciente de Camacol, Regional Antioquia, en su estudio de Demanda de Vivienda Urbana en el Valle de Aburrá, estimó un déficit cuantitativo de vivienda en 2008 para Medellín de 56.423, que alcanza el 22,9% del número de viviendas actuales en el estrato uno, el 10,3% del estrato dos y el 5% del estrato tres”⁵.

Estas cifras demuestran que en la ciudad de Medellín hay escasez en la oferta de nuevas viviendas de interés social (VIS); ya que la demanda efectiva de este tipo de viviendas nuevas, excedió cuatro veces la oferta (5.921 frente a 1.406).

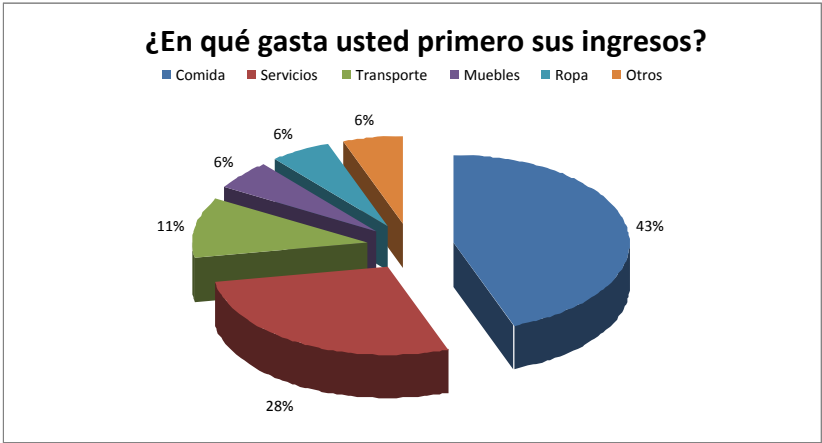
El actual Plan de Desarrollo de la ciudad plantea como meta la construcción de quince mil viviendas de interés social entre 2008 y 2011; *de las cuales se construyeron 1.435 en el 2008 para un avance del 9,6% de la meta planteada*⁶. En vista de este plan tan ambicioso y buscando crear una institucionalidad con una clara gestión y visión sobre el tema de las viviendas de interés social, se creó a finales del año 2008 el Instituto Social de Vivienda y Hábitat (*Isvimed*).

⁴Ibid; teniendo como base el informe de Camacol, regional Antioquia.

⁵Ibid. P 19

⁶ Tomado del informe “Alcaldía de Medellín, 2009, p 11.

Después de una investigación hecha en el barrio La Aurora (Medellín), a través de métodos de observación, encuestas (Ver anexo A) y entrevistas, se logró percibir algunas necesidades insatisfechas que tienen las personas que habitan las viviendas del lugar y debido a su difícil condición económica, no pueden o tienen alguna dificultad para suplirlas. Las necesidades están relacionadas en su mayoría, con la comodidad del hogar y la adecuación del mismo. Algunas de las necesidades son, arreglo de muros y fachada, instalación de pisos, cortinas, muebles para almacenar y colocar los diferentes objetos, estufa, nevera, entre otros, ya que sus ingresos los priorizan en gastos necesarios inmediatos (ver *Figura 1*)



*Figura 1. Gráfica sobre los gastos primarios de una familia que ocupa una VIS
Fuente: Encuesta realizada en el barrio La Aurora (Medellín)*

Igualmente, las familias hacen sus mayores gastos en alimentación, transporte, pago de cuotas de la vivienda, servicios y lo que les queda de sus ingresos lo invierten en electrodomésticos, muebles y demás artículos para el hogar, pues consideran, en su gran mayoría, que es de vital importancia tener amueblado el hogar por la comodidad y la estética que le brindan al apartamento. Ver *Figura 2*.

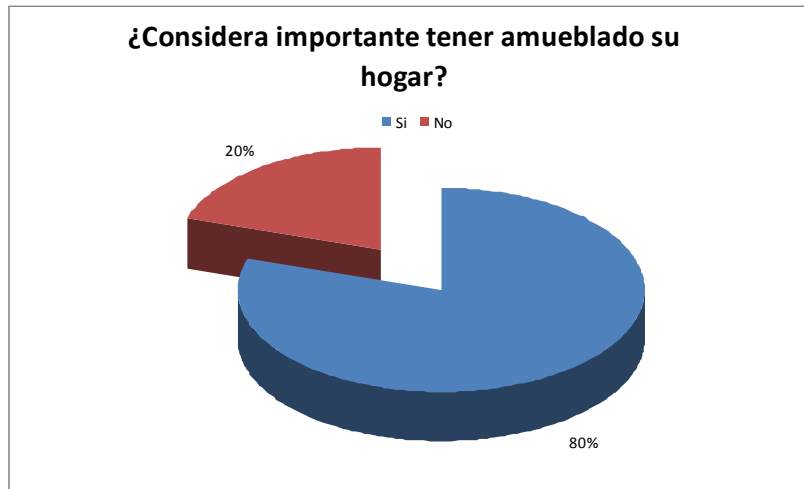


Figura 2. Gráfica sobre la importancia del amueblamiento en una VIS
Fuente: Encuesta realizada en el barrio Aurora (Medellín)

Entre las 20 familias encuestadas se encontró que para ellos es primordial tener en sus hogares una cama y un closet (ver Figura 3), pues consideran que son muebles básicos para vivir bien, estar cómodos y así no tener que dejar los colchones en el suelo, no guardar los juguetes y la ropa en cajas, no dejar el equipo de sonido y el DVD en el piso, etc. En la Figura 4, se muestra cómo están amuebladas algunas de las casas visitadas:

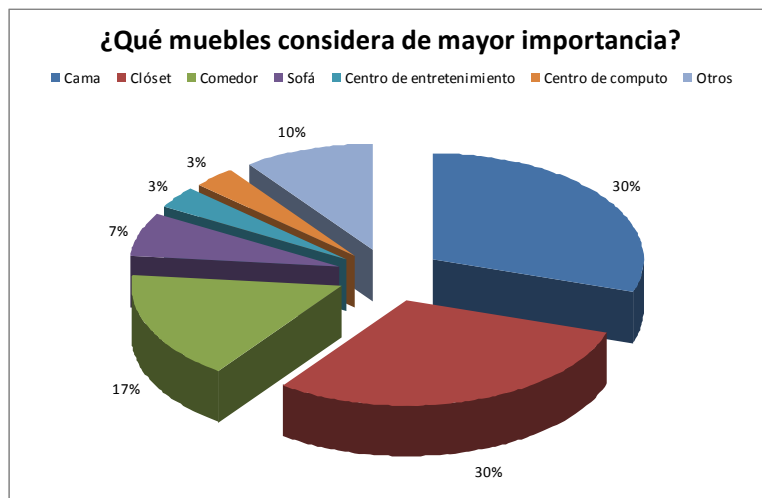


Figura 3 Gráfica sobre los muebles de mayor importancia para una familia habitante de una VIS
Fuente: Encuesta realizada en el barrio La Aurora (Medellín)

Amueblamiento en las V.I.S



Figura 4 Imágenes de la situación actual de amueblamiento en una VIS
Fuente: Encuesta realizada en el barrio La Aurora (Medellín)

Partiendo de la necesidad que tienen las familias de almacenar, distribuir las cosas en su hogar y dormir tranquilamente, además de considerar las dificultades económicas que tienen; se plantea una solución conjunta con la empresa D'cartón, para elaborar una línea de muebles dirigida hacia el público descrito.

D'carton es una empresa antioqueña que nació hace 9 años y utiliza como materia prima el cartón corrugado de doble pared, para fabricar muebles, estructuras y material P.O.P. En su afán por transformar la mala fama que tiene el cartón, ya que es utilizado normalmente como material desechable, y conociendo también las bondades y ventajas que este posee, ha decidido realizar una línea de muebles económica, dirigida a las viviendas de interés social, que pueda venderse en masa y que a su vez cambie la imagen negativa del cartón.

A diferencia de los materiales con los que están hechos los productos de la competencia; entre ellos los muebles listos para armar (RTA) fabricados en madera aglomerada, los muebles metálicos y los elaborados en madera maciza; el cartón corrugado de doble pared es un material reciclable, más ligero y económico, que aglomerado crea estructuras muy firmes. Es una solución que las personas están interesadas en comprar por su bajo precio y por sus propiedades muy similares a la de los muebles de madera aglomerada. Esto se pudo evidenciar en la encuesta realizada (ver *Figura 5*).

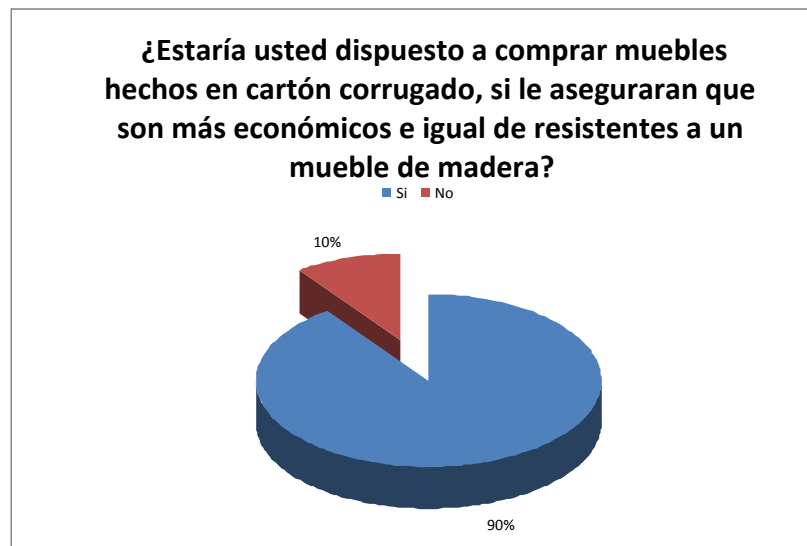


Figura 5. Disposición de las VIS para adquirir muebles en cartón corrugado.
Fuente: Encuesta realizada en el barrio Aurora (Medellín)

Se debe tener en cuenta que el gobierno está exigiendo unos estándares de calidad en lo relacionado con los proyectos de urbanismo y de viviendas de interés social. Por otro lado, dentro de estos hogares habitan familias a las que se les ha presentado una oportunidad de vivir dignamente, y es conveniente crear productos que les ayuden a lograr ese nivel de vida que merecen todos los colombianos.

JUSTIFICACIÓN

Considerando los antecedentes, Medellín tiene como meta para el cuatrienio actual, en su plan de desarrollo urbano, proporcionar quince mil viviendas nuevas de interés social para estratos 1 y 2, que son los que tienen mayor déficit cuantitativo de hogares. De estas viviendas, sólo se ha realizado un 9,6% en el 2008 y es por eso que se identifica un mercado muy amplio para explorar y desarrollar.

Lo anterior demuestra que hoy el gobierno municipal, junto con otras entidades privadas, se han puesto en la tarea de buscar soluciones asequibles de vivienda para los estratos más bajos. Para sumarle a este propósito, el proyecto de grado a realizar en conjunto con la empresa D´cartón, busca ofrecer facilidades a estas familias con una línea de muebles que les permita adecuar sus nuevos hogares e ir acondicionando las viviendas de forma digna.

La línea de muebles pensada, estará compuesta por algunos de los productos de mayor demanda dentro de estos hogares (*ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*) como son: una cama, un closet, una mesa de comedor y un sofá. La cama es indispensable para descansar y dormir; el closet o armario para guardar la ropa, juguetes y otros elementos; el comedor es importante para servir la comida y tener donde estudiar, trabajar, leer o simplemente pasar un rato de esparcimiento; y finalmente, el sofá, para descansar y en algunas ocasiones dormir. Así pues, en un hogar con un espacio tan reducido, estos son muebles suficientes para brindar comodidad y satisfacción a sus habitantes.

El proyecto genera un gran reto al trabajar con un material como el *cartón corrugado*. En la Figura 6 se observa el proceso mediante el cual se crea éste material, que consiste en una combinación de dos elementos, el *liner* y la *flauta*. El liner es una gruesa lámina plana y la flauta u onda, es una lámina acanalada que

va adherida al liner mediante goma, presión y calor. Todo esto es hecho a base de pulpa de papel de pino, o papel reciclado.

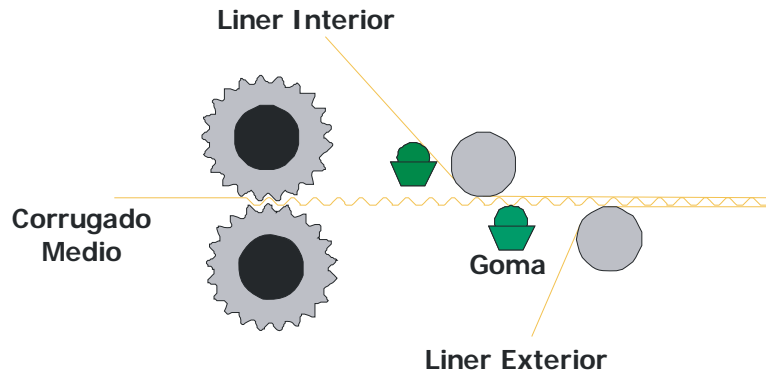


Figura 6. Elaboración del cartón corrugado
Fuente: PAPELSA, papeles y cartones S.A

El éxito de este tipo de cartón, se debe al trabajo en conjunto de estas tres láminas de papel (Liners y flauta). Donde la flauta, con su ingeniosa estructura que forma una serie de arcos conectados entre sí, que en consecuencia crean una forma cilíndrica y que son muy conocidos en la construcción, por su capacidad de soportar cargas pesadas, le otorga al cartón corrugado una considerable rigidez y resistencia. Además, el aire circulante en las flautas proporciona una excelente protección contra las variaciones de temperatura.

Para obtener su mayor resistencia, la onda del cartón corrugado tiene que trabajar en forma vertical, tal como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Partes del cartón corrugado
Fuente: http://www.papelnet.cl/documentos/papelnet_carton_corrugado.pdf

Dentro de la gran variedad de posibilidades que el cartón corrugado ofrece, se pueden distinguir principalmente los siguientes tipos:

- *Cartón sencillo (Single Face)*: Es una estructura flexible formada por un elemento ondulado (flauta u onda) pegado a un elemento plano (liner).
- *Cartón simple (Single Wall)*: Es una estructura rígida formada por un elemento ondulado (flauta u onda) pegado en ambos lados a elementos planos (liners).
- *Cartón doble (Double Wall)*: Es una estructura rígida formada por tres elementos planos (liners) pegados a dos elementos ondulados (flautas u ondas) intercalados (ver *Figura 8*)

De estos tres tipos de cartón corrugado existentes en el mercado se eligió el cartón corrugado de doble pared. Este tipo de cartón es el más resistente de los mencionados antes y se usa generalmente para soportar artículos de peso considerable.



Figura 8. Estructura del cartón corrugado doble.
Fuente: http://www.papelnet.cl/documentos/papelnet_carton_corrugado.pdf

Por otro lado, el cartón corrugado de doble pared es el material que utiliza la empresa D'carton (empresa con la cual se trabajó), en la mayoría de productos que soportarán o estarán sometidos a diferentes pesos.

El tamaño de la flauta es otro factor importante a tener en cuenta a la hora de seleccionar un cartón corrugado para fabricar un empaque, embalaje o una línea

de muebles como en este caso, garantizando así resistencia al ser sometido a diferentes pesos.

Dentro de los tipos de flautas o acanalados se encuentran cuatro tipos que se designan por las letras: A, B, C y E. Sus características se presentan en la siguiente *Tabla 1* y en la *Figura 9*.

	Flauta A	Flauta B	Flauta C	Flauta E
N° de flautas/pie lineal	33-39	47-53	39-45	90-98
N° de flautas/metro lineal	104-125	150-184	120-145	275-310
Altura aproximada de flauta/pulg.	3/16	3/32	9/64	3/64
Altura aproximada de flauta/mm	4,7	2,4	3,6	1,2

Tabla 1. Tipo de flautas, acanalados u ondas.
 Fuente: <http://www.intracen.org/Tdc/Export%20packaging/EPN/Spanish/ept13s.pdf>

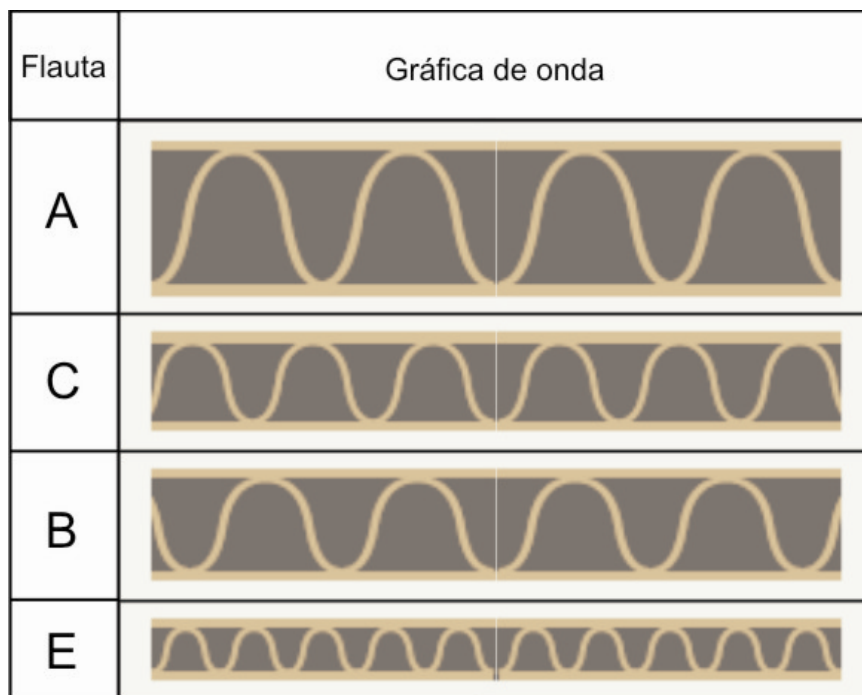


Figura 9. Gráfica de tipos de flautas.
 Fuente: http://www.ecsabox.com/principios_del_carton.pdf

Características de las flautas

- El tipo de flauta más usado para cajas es el C.
- El cartón con flauta A es el que mejor resiste a la compresión vertical.
- El cartón de flauta B tiene la mayor resistencia al aplastamiento plano y se utiliza preferiblemente en cajas troqueladas para el transporte de frutas y verduras.
- La flauta E, que es un grado muy fino, se utiliza para envases unitarios o para cajas de exhibición (display).

De acuerdo con las necesidades generadas por los usuarios, los diferentes tipos de flautas se pueden combinar entre sí para hacer más eficiente su uso. “La combinación más frecuente de flautas en el cartón doble (o doble pared) es B + C, denominada también BC”⁷. Teniendo en cuenta las características anteriormente mencionadas se eligió este tipo de cartón para realizar la línea de muebles.

El cartón tipo BC de doble pared es la lámina comercial de mejores características en cuanto a resistencia y a gramaje se refiere. Estas láminas son distribuidas por empresas locales como Papelsa papeles y cartones S.A, Smurfit Kappa Cartón de Colombia S.A, entre otras. El nombre comercial utilizado para este tipo de lámina es cartón corrugado tipo BC de 1130, 1200 ó 1520, que hace referencia a la resistencia que tiene el material frente a la compresión vertical (ver Tabla 2). El cartón utilizado para los prototipos es el BC 1130.

⁷ Tomado del sitio web <http://www.intracen.org/Tdc/Export%20packaging/EPN/Spanish/eprn13s.pdf>

Designación	RCV mínimo	
	kN/m	Kgf/m
450	4,41	450
540	5,3	540
620	6,08	620
720	7,06	720
790	7,75	790
930	9,12	930
1050	10,3	1050
1130	11,08	1130
1200	11,77	1200
1520	14,91	1520

Tabla 2. Resistencia a la compresión vertical (RVC) del cartón corrugado.
Fuente: Norma técnica NTC 452

Otro de los elementos importantes a considerar en la elección de este material, es el hecho de que durante los últimos años el cartón se ha venido implementando como una alternativa para cuidar el medio ambiente. En Colombia, el porcentaje de utilización de papel reciclado en toda la industria de cartón y papel es del 62% del total de las fibras requeridas para la producción⁸, debido a que su materia prima (papel) le confiere la característica de ser 100% reciclable, 80% reutilizable y más aún, biodegradable⁹. De esta forma se estaría implementando una nueva tendencia mundial de diseño: *el diseño verde o ecodiseño*.¹⁰

Para comenzar a realizar muebles utilizando como base este material, se requiere un estudio detallado de cómo aprovechar las ventajas estructurales ya mencionadas y poder obtener un producto confiable y de buena calidad, implementando los métodos de diseño aprendidos durante la carrera.

⁸ Tomado del sitio web <http://www.smurfitkappa.com.co/DropdownMenu/Products/Resources/Forestry+Certification/>

⁹ Tomado del sitio web <http://www.cafcco.com.ar/medioambiente.shtml>

¹⁰ Es una metodología para el desarrollo de productos, útil para prevenir los impactos ambientales y hacer mejoramiento en el ciclo de vida, desde el proceso de diseño.

A futuro, el proyecto tiene como objetivo crear una idea de negocio aprovechando el número creciente de proyectos de viviendas de interés social que viene desarrollándose, no sólo en Medellín y Antioquia, sino en todo el país. Además, al ser un producto económico, que la gente está dispuesta a comprar (ver Figura 5 y Figura 10) y que posee características estructurales resistentes, puede tener acogida dentro de esta población, tal y como lo demuestra la encuesta hecha en el barrio La Aurora (Ver Anexo A).

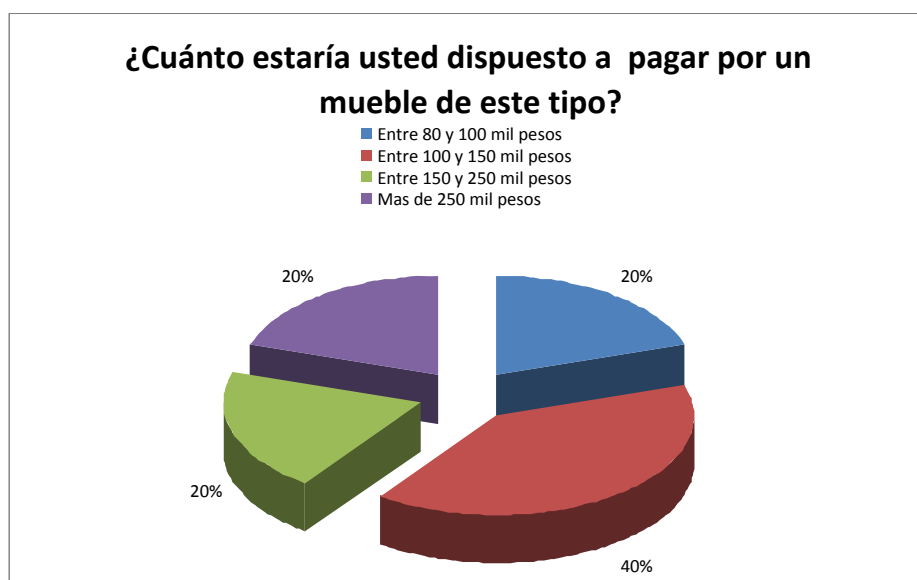


Figura 10. ¿ Cuánto estaría dispuesto a pagar una familia VIS para adquirir muebles en cartón corrugado?.
Fuente: Encuesta realizada en el barrio La Aurora (Medellín)

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y elaborar, en conjunto con la empresa D'cartón, una línea de muebles (compuesta por cama, closet y sofá) hechos en cartón corrugado de doble pared, que por su precio, tamaño, calidad y funcionalidad, sean accesibles y ofrezcan confortabilidad a las familias de estratos 1 y 2 que hayan adquirido vivienda de interés social.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y analizar el usuario y el contexto de las viviendas de interés social, con el fin de establecer los requerimientos que debe tener la línea de productos a desarrollar.
- Investigar el mercado actual de los muebles dirigidos a estratos bajos, en los diferentes almacenes de cadena, catálogos, revistas, entre otros; con el fin de conocer las ventajas y desventajas presentes en los demás productos del mercado.
- Generar, evaluar y seleccionar alternativas de diseño, teniendo como base los requerimientos y elementos percibidos en la investigación.
- Hacer uso de las herramientas CAD/CAE para verificar dimensiones, geometrías, apariencia y resistencias.
- Elaborar un modelo funcional o prototipo de la línea de muebles.
- Proponer y desarrollar un plan de pruebas técnicas y de usuario, con el fin de comprobar y verificar los requerimientos establecidos anteriormente y sacar conclusiones importantes sobre el proyecto.

ALCANCE Y PRODUCTOS

- Crear un ambiente virtual para mostrar la distribución de toda la línea de productos en un espacio de vivienda de interés social.
- Realizar un prototipo a escala 1:1 de los muebles que componen la línea, con el fin de realizar pruebas técnicas que confirmen la viabilidad del producto o sus posibles mejoras.
- Para sustentar el proceso metodológico, se documentará toda la información en una memoria escrita con todas las normas requeridas. Más tarde se presentará como informe de proyecto de grado.
- Se elaborará un artículo académico o documento final, donde se resumirá la información más relevante de la investigación, análisis, proceso y resultados obtenidos.
- Finalmente, se hará la presentación del producto terminado.

METODOLOGÍA

El proyecto considera una metodología basada en las *Metodologías de diseño* planteadas por los autores *Ulrich y Eppinger*¹¹ y *Pahl y Beitz*¹². Esta metodología es la estructura del trabajo (ver *Figura 11*), que emplean los integrantes del proyecto, bajo la supervisión del asesor. De la misma manera, el cronograma de actividades se basa en las fases de la metodología y permite plantear los tiempos y actividades necesarias para estar verificando y cumpliendo con los diferentes requerimientos del proyecto.

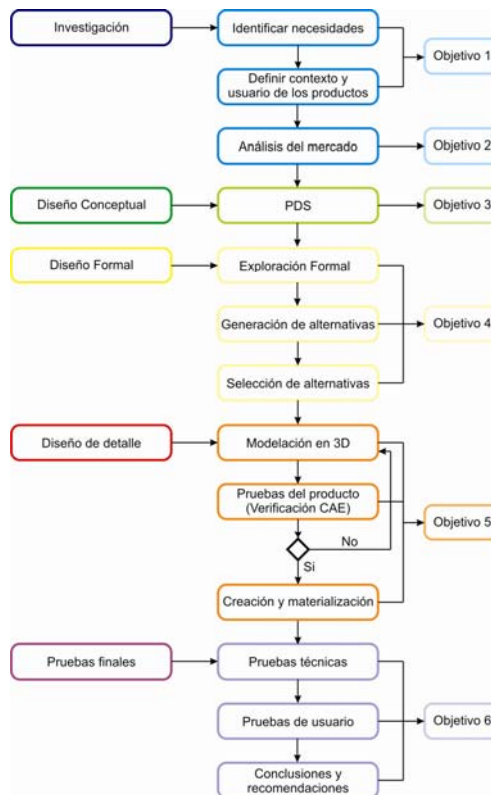


Figura 11. Metodología del Proyecto
Fuente: Elaboración propia

¹¹ ULRICH, Karl T. y EPPINGER, Steven D. *Diseño y desarrollo de productos: Enfoque multidisciplinario*. Tercera edición. México, D.F.: Mc Graw Hill, 2005. ISBN 970-10-4793-1.

¹² PAHL, Gerhard y BEITZ, Wolfgang. *Engineering Design: A systematic approach*. Quinta edición. Inglaterra: Springer, 1995. ISBN 3-540-19917-9. En: www.tdr.cesca.es

CAPÍTULO 1. INVESTIGACIÓN

En esta primera fase del trabajo se realizó una investigación exhaustiva del usuario final de los productos, sus necesidades, formas de desenvolverse en el contexto donde habita, los espacios con los que cuenta su lugar de residencia, las actividades que realiza y otros aspectos de interés.

De igual manera, se realizó una búsqueda y posteriormente un análisis en el mercado local, de las soluciones ofrecidas por la competencia para resolver algunas de las necesidades encontradas en la investigación.

A continuación se nombran las fases y actividades del capítulo de investigación, que dan cumplimiento a los objetivos 1 y 2 del proyecto (ver Figura 12).

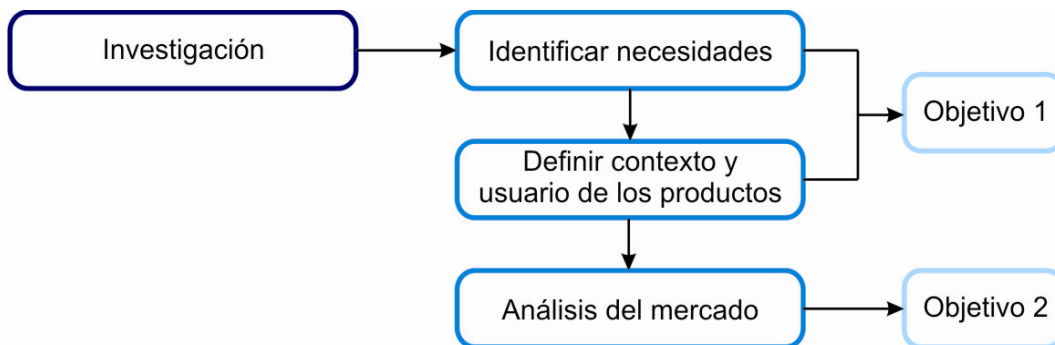


Figura 12 Fase de Investigación.
Fuente: Elaboración propia

Identificar necesidades

- Antecedentes
- Justificación
- Objetivo general y específicos.

Esta parte del proyecto fue realizada en el anteproyecto.

Definir contexto y usuario de los productos

- Métodos de observación
- Trabajos de campo
- Encuestas

En esta etapa se buscó definir hacia quién irá dirigido el producto y bajo cuáles condiciones va a estar sometido, para luego definir las funciones de cada mueble. (Ejemplo: Amas de casa, niños, humedad, sol, detergentes, entre otros factores).

Análisis del mercado

- Búsqueda de información de los productos sustitutos o similares en el mercado, en catálogos, almacenes, revistas, Internet, etc.
- Análisis de los productos de la competencia.
- Elaboración de un cuadro comparativo con los productos que se cree, puedan ser los más competitivos con el nuevo producto y sacar conclusiones

1.1 Definición del usuario y contexto del producto

Desde el comienzo, el proyecto ha estado dirigido a los habitantes de las viviendas de interés social, construidas o en proceso de construcción en muchos sectores de la ciudad, para brindarles una mejor calidad de vida.

El sector elegido para el estudio fue el barrio La Aurora, ubicado en la zona de Pajarito, comuna 7, en el sector noroccidental de Medellín en los límites con el corregimiento de San Cristóbal, donde se está llevando a cabo un proyecto de viviendas de interés social dirigido a familias de estratos 1 y 2. Aunque todavía está en proceso de desarrollo, ya se han entregado una cantidad considerable de viviendas nuevas.

Fueron escogidos 20 hogares, en los cuales se realizó un estudio detallado con 3 métodos: observación, trabajo de campo y encuestas.

La observación consiste en el registro, de forma sistemática, de patrones conductuales de las personas, objetos o sucesos a fin de obtener información sobre el fenómeno de interés, sin estar en contacto con ellos. En este caso se realizó una observación abierta, donde las personas sabían que estaban siendo observadas; además, se presentó una situación donde las personas observan a otras personas, esto con el fin de obtener información sobre el modo en que normalmente las familias dan uso a los muebles, se desplazan en el hogar, almacenan sus objetos y otras actividades más.

Además de la observación, se realizó un trabajo de campo, prueba que se llevó a cabo en el medio real en el que se encontraban los elementos de estudio. En este caso, se hizo registro fotográfico y escrito de los comportamientos del usuario en su entorno natural y realizando las actividades que normalmente ejercen dentro del hogar, tales como descansar, mirar televisión, oír música, cocinar, limpiar, entre otras. De esta manera, se identificaron algunas de las necesidades importantes a satisfacer. (Ver Figura 21)

Como complemento a este trabajo de campo, se realizó una encuesta a cada una de las familias seleccionadas, con una serie de preguntas que arrojaron información más concreta y específica sobre temas de interés para la realización del proyecto. (Ver anexo A).

1.1.1 Usuario

El usuario final de la línea de muebles desarrollada, son las familias que habitan las VIS del barrio La Aurora.

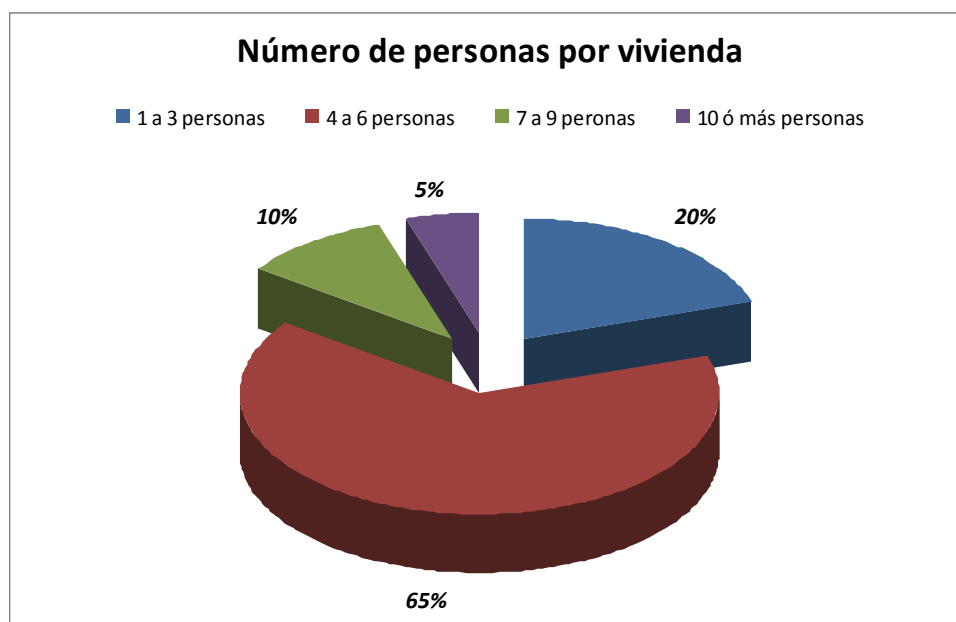


Figura 13. Número de personas por vivienda.
Fuente: Encuesta realizada en el barrio Aurora (Medellín), Elaboración Propia.

Luego de realizar la investigación se encontró que el mayor porcentaje de viviendas está habitado entre 4 y 6 personas. (Ver Figura 13).

También se pudo observar que en la mayoría de viviendas habitan entre 1 y 3 menores de edad; éstos, junto con las amas de casa, son los que más tiempo pasan dentro de la vivienda, lo que demuestra la necesidad de hacer muebles cómodos, livianos y seguros, que no ocupen mucho espacio, que sirvan para descansar y además sirvan para almacenar ropa, juguetes y otros objetos que se encuentren en la casa.

1.1.2 Contexto

La mayoría de estas viviendas están habitadas por familias que están comenzando una nueva etapa en sus vidas. Muchas de ellas vivían en espacios arrendados, en algunos casos en las afueras de la ciudad; otras, fueron desplazadas por la violencia y llegaron a la ciudad en busca de nuevas oportunidades y en otros casos, se trata de parejas y familias que buscan un lugar más agradable donde vivir. En fin, cada una de las familias tiene su historia propia, pero unas necesidades en común: soluciones económicas que les permitan satisfacer las necesidades de amueblamiento en espacios reducidos.

Al no tener los recursos económicos suficientes para amueblar sus hogares, los habitantes de las VIS recurren a elementos como cajas de cartón para guardar los objetos; sábanas colgadas del techo, para tratar de independizar los espacios; cajas de cervezas, como mesa para jugar cartas y retazos de tablas, para poner el televisor o el equipo de sonido (ver *Figura 14*).

Por otro lado, las viviendas como tal, tienen una buena ubicación dentro del área metropolitana; un lugar donde llega fácilmente el transporte público, con buenas vías de acceso, servicios públicos y espacios para el esparcimiento.

Las viviendas de interés social del barrio La Aurora tienen un área de 47,12 mts² (un salón de clases promedio de la universidad Eafit mide 35 mts²), distribuidos en 2 ó 3 alcobas (según quiera el propietario), un espacio multifuncional destinado para salón-comedor, un baño, un balcón y una cocina con lavadero. (Ver *Figura 15*).

contexto

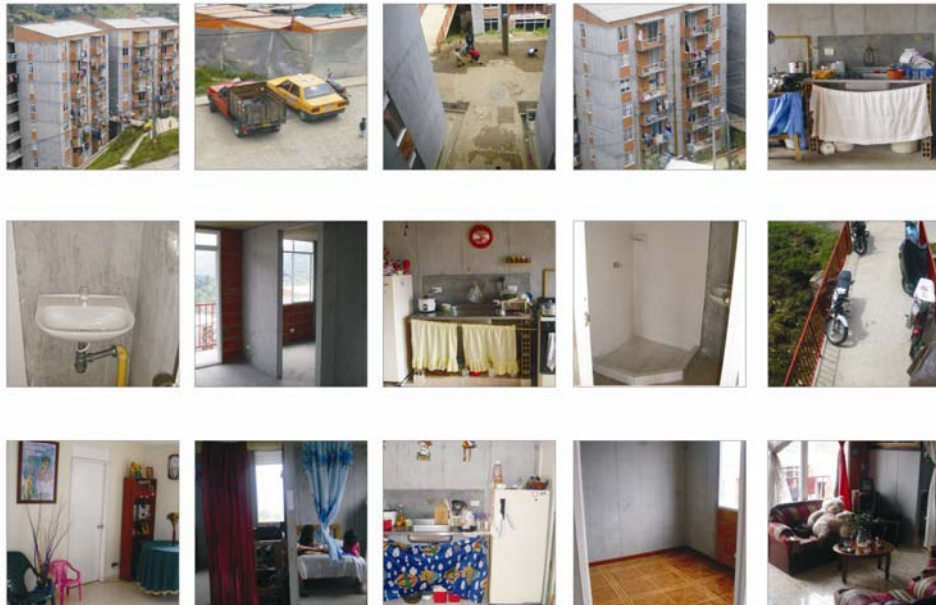


Figura 14. Collage del contexto
Fuente: Elaboración propia

Plano vivienda

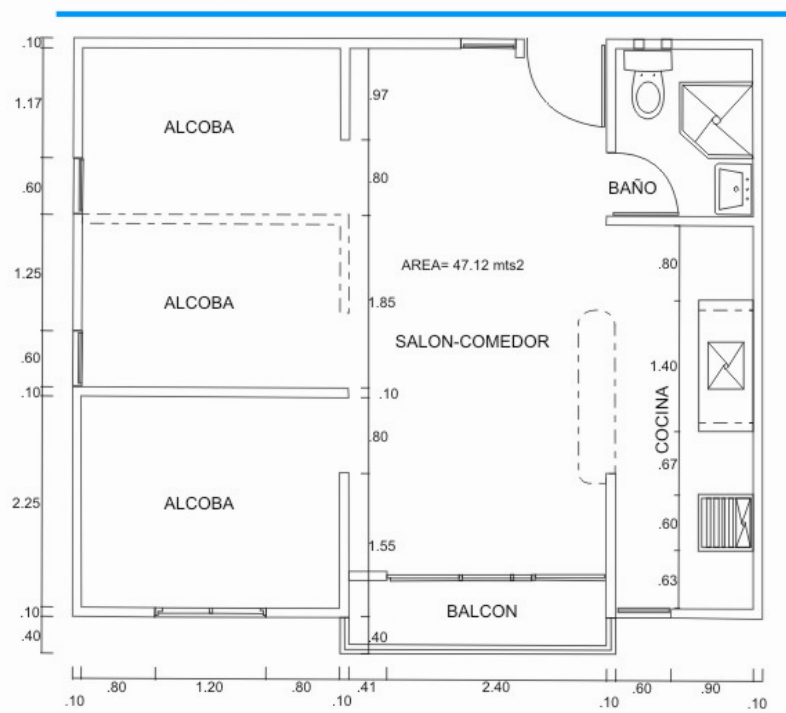


Figura 15. Plano vivienda VIS La Aurora
Fuente: Propietario de la vivienda

Al recopilar la información obtenida en la investigación y después de un análisis del usuario y el contexto, se encontraron algunos elementos importantes a tener en cuenta para la elaboración del PDS¹³.

- El lugar donde se ubican las viviendas tiene vías de fácil acceso.
- Los usuarios del producto son personas de todas las edades, desde bebés recién nacidos, hasta ancianos.
- Las viviendas son habitadas por un número considerable de personas y los espacios son muy reducidos.
- Algunas viviendas no tienen acabados finales en cuanto a fachada se refiere, carecen de baldosa, pintura y otros elementos.
- Algunas viviendas tienen necesidad urgente de camas y armarios, ya que las personas están durmiendo en el suelo y guardan sus pertenencias en cajas.
- El cartón es aceptado como posible solución a una necesidad latente de amueblamiento de los hogares.
- Simular acabados de madera en el producto, genera una mejor aceptación de los muebles.
- La línea de muebles no debe entorpecer la movilidad del usuario en su hogar.
- Los muebles deben ser coherentes con el contexto y los gustos de los usuarios.
- Se deben desarrollar productos que además sirvan para almacenar gran cantidad de elementos.
- Es preciso elaborar un producto seguro y liviano.

¹³ PDS, Product Design Specification, ver numeral 2.1.1

1.2. Investigación del mercado local

Después de visitar algunos puntos de venta, se logró identificar los productos existentes en el mercado actual y los que el público objetivo normalmente adquiere para su vivienda. Además, se encontraron ciertas cualidades y deficiencias que se deben tener en cuenta a la hora de realizar el producto, las siguientes son las principales conclusiones:

1.2.1. Camas

PRODUCTO	COSTO (miles de pesos)	MATERIALES	OBSERVACIONES
	140 a 360	Madera: Cedro o Roble	CAMA SENCILLA: Acabado burdo, tablas sin pulir, pintura mal aplicada, espacio sin utilizar bajo la cama, diferentes terminaciones en la cabecera, colores madera tradicionales.
	160 a 360	Madera: Cedro o Roble	CAMA DOBLE: Terminado burdo, tablas sin pulir, pintura mal aplicada, espacio sin utilizar bajo la cama, diferentes terminaciones en la cabecera, colores madera tradicionales.
	200 a 230	Madera aglomerada, recubierta en formica	CAMA DOBLE: Buen acabado, tablas sin pulir, color uniforme, espacio muerto bajo la cama, simple y sobria, económica, color novedoso, fácil instalación.
	250 a 500	tubería de 1" y perfilera cuadrada	CAMA SENCILLA: Muy pesada, tablas sin pulir, resistente, espacio muerto bajo la cama, colores (blanco, negro, rojo y azul), instalación de nivel medio, extremos filosos.
	400 a 700	tubería metálica de 1", Perfil el L	CAMAROTE Muy pesado, tablas sin pulir, resistente, espacio muerto bajo la cama, colores (blanco, negro, rojo y azul), instalación de nivel medio, inestable.
	200 a 450	Cartón corrugado de doble pared	CAMA DOBLE Terminado crudo, estructura firme, no hay espacio bajo las camas, sobrio, liviano, necesidad de recubrimientos, fácil instalación.

Figura 16. Resultados de la investigación del mercado local. Camas.
Fuente: Elaboración Propia.

- La mayoría de las camas ofrecidas en el mercado son de dos materiales, madera o tubería metálica.
- La estructura es igual en todas, consta de 2 laterales, una parte delantera (piesera) y otra trasera (cabecera), que unidas entre sí forman la estructura donde van ubicadas las tablas que soportan el colchón.
- Ninguno de los productos tiene aristas vivas o filosas.
- Conservan diseños muy tradicionales y clásicos.
- Los espacios debajo de éstas no son aprovechados adecuadamente, ya que podrían servir para almacenar o tener una cama auxiliar, y se convierten en un problema a la hora de hacer limpieza.
- Los tamaños de los colchones y las medidas de las camas son estandarizados. Normalmente las personas adquieren algunos de los siguientes 3 tipos de cama¹⁴: sencilla (1m x 1,9 m), doble (1,4m x 1,9m) o en algunas ocasiones la semidoble (1,2 m x 1,9m).
- En el mercado no existe una oferta masiva y accesible de muebles de cartón. Eventualmente se han producido camas en este material, bajo pedido, a un costo inalcanzable para nuestro usuario y muy superior al que podría ofrecerse si se trata de una producción industrial. La novedad de este proyecto consiste en diseñar una pieza versátil y funcional, de tamaño estándar, para facilitar la producción en serie y reducir su costo, y sirva no sólo para el descanso sino también para almacenar objetos domésticos,

¹⁴ Las medidas de las camas fueron tomadas de la página Web <http://www.colchonespring.com/NUESTRASL%C3%8DNEAS/L%C3%ADneaClassic/Clouds/tabid/194/Default.aspx>

para satisfacer así las necesidades de amueblamiento de una vivienda de interés social.

1.2.2 Sofás

PRODUCTO	COSTO (miles de pesos)	MATERIALES	OBSERVACIONES
	270 a 520	Tela y madera (roble, pino, cedro)	Brazos robustos, terminación burda, muchos cuidados por el sol, precauciones con los líquidos, incomodo para dormir, recoge mugre, muchos colores.
	270 a 520	Lona y madera (roble, pino, cedro)	Brazos robustos, buena terminación, muchos cuidados por el sol, precauciones con los líquidos, espacios bajo sofá inutilizado, incomodo para dormir, de un solo color, pesado.
	270 a 520	Cuero sintético y madera (roble, pino, cedro)	Reposa brazos robustos, terminación burda, tener cuidado con sol y con los líquidos, espacios bajo sofá inutilizado, una persona no puede dormir cómodamente. Pocos colores.

Figura 17. Resultados de la investigación del mercado local. Sofás.
Fuente: Elaboración Propia.

- Los sofás en su mayoría son ofrecidos en conjunto con otros muebles, en los llamados “combos” que vienen con sillas y una mesa pequeña.
- Este tipo de muebles en su mayoría tiene estructura en madera y cojines de espuma, ambos cubiertos con lona, tela o cuero.
- Generalmente los sofás que se encuentran en el mercado estudiado, son de uno o dos puestos.

- Se debe tener cuidado con agentes externos como los detergentes, el sol y la humedad, por mencionar algunos factores que afectan la vida útil del producto.
- Los espacios que se encuentran bajo estos muebles, al igual que en las camas, tampoco son utilizados eficientemente, haciendo de este un sitio desperdiciado y de difícil acceso para la limpieza.

1.2.3 Closets





PRODUCTO	COSTO (miles de pesos)	MATERIALES	OBSERVACIONES
	260 a 799	Roble, Pino, Cedro	Se encuentran muy buenos y muy malos, de muy buena calidad y de pésima calidad, con chapas buenas y malas, pinturas buenas y malas, se debe tener cuidado con la humedad en todos los casos, puntas salientes en muchos de ellos.
	250 a 550	Laminada aglomerada de 15 y 18 mm de espesor	Se encuentran algunos poco estructurados, con acabados similares a madera maciza y otros con acabados muy burdos, con herrajes novedosos o clásicos, en colores clásicos como cedro, wengue, blanco, cerezo, entre otros. Se debe tener cuidado con la humedad, vértices peligrosos en algunos casos. Muy pesados.
	290 a 600	MDF	Se encuentran de muy buena calidad y de pésima calidad, con chapas buenas y malas, pinturas buenas y malas, se debe tener cuidado con la humedad en todos los casos, puntas salientes en algunos de ellos.
	260 a 350	Cartón corrugado de doble pared	Terminado en pintura simulando madera, estructura firme, buen espacio para objetos, sobrio, liviano, necesidad de recubrimientos, fácil instalación.

Figura 18. Resultados de la investigación del mercado local. Closets.
Fuente: Elaboración Propia.

- Los armarios o closets que se encuentran en el mercado, en su mayoría son elaborados de madera maciza, aglomerados de astillas y aglomerados de fibras (MDF).
- Las medidas de este producto son muy variables; van desde closets personales (0,5m x 1,85m x 0,5m) hasta familiares (1,2m x 1,77m x 0,5m)¹⁵.
- Un factor común encontrado en este tipo de muebles, es que son de tipo modular y requieren gran cantidad de piezas para el ensamblado.
- Los tamaños, diseños y precios son muy variables; estos últimos van desde \$250.000 hasta \$600.000.
- La empresa D`Cartón fabrica algunos armarios, bajo pedido y con diseños personalizados, pero no se venden en almacenes de cadena como los demás. Su costo y funcionalidad no tienen ventajas sobre el producto que se propone elaborar a partir de este proyecto.

En el proceso de investigación, realizado en este capítulo, se logró identificar las necesidades de los usuarios y las características de algunos de los productos sustitutos o similares que existen en el mercado local; los cuales, resultan esenciales para guiar el proceso del equipo y así establecer las especificaciones del proyecto que más adelante serán definitivas en la selección del concepto y en su desarrollo posterior.

Si bien algunas veces la empresa D`Cartón ha elaborado muebles de este material, en atención a solicitudes particulares de clientes específicos, en ningún momento se había planteado la producción industrial de un kit de amueblamiento

¹⁵ Las medidas de los closets fueron tomadas de la página Web www.rta.com.co

básico, para suplir las necesidades de las viviendas de interés social. El reto de este proyecto consiste entonces en el diseño de un producto funcional, de tamaño estándar y bajo costo por la producción en serie y, adecuado a la disponibilidad de espacio de una vivienda de interés social.

CAPÍTULO 2. DISEÑO DEL PRODUCTO

2.1 DISEÑO CONCEPTUAL

En esta fase del diseño del producto se da solución a los problemas que plantean las especificaciones, para luego proponer un modelo de producto final que cumpla con las funciones necesarias para ofrecer satisfacción al usuario. Así pues, se está desarrollando la primera fase del diseño del producto y se da cumplimiento al objetivo 3 (ver *Figura 19*).



*Figura 19. Fase de diseño conceptual.
Fuente: Elaboración Propia*

PDS

- Realización del PDS final.

Con la información descrita en el capítulo anterior, se procedió a definir los requerimientos y especificaciones más importantes para la creación del producto.

2.1.1 Especificaciones de diseño del producto (PDS)

En esta fase del proyecto “las necesidades del usuario se expresan en términos de lo que el producto tiene que hacer, no en términos de cómo debería ser implementado el producto”¹⁶. De esta manera, el proyecto desarrolla y establece un conjunto de especificaciones que se traducen en un análisis preciso y medible sobre lo que el producto tiene que hacer para ser exitoso comercialmente. “Las especificaciones deben reflejar las necesidades del cliente, diferenciar el producto de los competidores y ser técnica y económicamente realizable”¹⁷.

El *Product Design Specification* o *PDS* es la metodología seleccionada para organizar y comprender las necesidades encontradas. “Consiste en una descripción precisa de “*que*” beneficios ofrece un producto. En términos técnicos esto no es otra cosa que las “*demandas y deseos*” expresados por los usuarios pero presentadas en términos de “*requerimientos técnicos de ingeniería*” de manera que estos permitan desarrollar alternativas de diseño en la etapa de conceptualización”¹⁸.

¹⁶ ULRICH, karl y EPPINGER, Steven , “Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario” Pág. 68

¹⁷ Ibid. Pág. 91

¹⁸ HERNÁNDEZ, María Cristina. Product Design Specifications: PDS. Ingeniería de Diseño de Producto – EAFIT. Archivo Proyecto 3 y PDS, Pág. 5.

DISEÑO DE MOBILIARIO A PARTIR DE CARTON CORRUGADO PARA VIS				
ELEMENTO	LENGUAJE DEL USUARIO	PRODUCTO	REQUERIMIENTOS (Unidades + Medición)	D/d
Seguridad	Que no me lastime	Tiene aristas redondeadas	Las aristas o bordes deben tener un radio mínimo de 5 mm	d
	Que no se me desarme o desbarate	Estructura resistente	Distancias entre dos puntos de apoyo de máximo 700 mm.	D
			Piezas de 25 a 60 mm de espesor	D
Apariencia estética	Que me dé estatus y seguridad	Apariencia robusta	Combinaciones de espesores entre 25 y 60 mm	d
	Que combinen con los otros productos	Utiliza un mismo referente para su elaboración	El diseño de la línea debe ser coherente para crear un conjunto en su forma y funcionamiento	d
	Que no se note que sea cartón	Utiliza cubiertas en otros materiales	Utilizar fórmicas, pinturas, recubrimientos, entre otros.	d
Desempeño y funcionalidad	Que no se mueva mucho	Es estable	Los productos cuentan con una estructura, hecha en cartón, para evitar movimiento a la hora de ser manipulado.	D
	Que sea fácil de mover	Es liviano	Los productos tienen un peso entre los 15 y 45 Kg	D
	Que me quepan las cosas	Almacena todo tipo de elementos relacionados con su función.	Cuenta con espacios óptimos para el almacenaje de elementos de uso cotidiano y común en las VIS	D
	Que tenga un tamaño apropiado para lugares pequeños	Diseñado para espacios reducidos	Área máxima ocupada 2 m ²	D
	Que sea fácil de armar	Posee pocas piezas	Los productos tienen entre 5 y 10 piezas	D
Ergonomía	Que sea fácil alcanzar todos los objetos que guardo	Cumple con las medidas antropométricas establecidas para sentarse, áreas de almacenamiento,	Profundidades en closet o gabinetes de 350 a 450 mm. Alturas máximas para closet entre los 1600 y 1800 mm con anchos entre los 800 y 1200 mm	D

	Que el sofá sea cómodo	profundidad, altura, etc. Que facilitan la interacción con el usuario.	Altura entre 300 y 600 mm, profundidad entre 550 y 700 mm, para dos o tres personas	D
	Que las puertas y cajones abran con facilidad		Debe implementarse sistemas sencillos, tipo pivote o guías que permitan abrir y cerrar puertas y cajones fácilmente	D
	Que no me quede grande el colchón	Utilizar medidas ya establecidas por el mercado local.	Cama doble, de 1,90 m de largo por 1,40 m de ancho	D
	Que sea fácil de instalar y adecuar.	Posee elementos indicativos que aseguren la buena manipulación del producto	Utilización de medios gráficos que permitan un mayor entendimiento del producto por parte de los usuarios.	D
Materiales	Que no se quiebre o se dañe fácilmente	El producto se realizará en cartón corrugado de doble pared.	Resistente a la compresión, a la flexión.	D
	Que sea resistente al agua		Recubrimiento con resinas fenólicas en capas exteriores para proteger contra la humedad.	D
	Que sea liviano		Cartón en calibres medios, de gramaje entre los 200 y 500 g/m ²	D
Manufactura	Que sea hecho en Colombia	Fabricado en la empresa D'carton	Capaz de ser desarrollado por las maquinas y elementos con los que cuenta la empresa.	D
	Que no tenga altos gastos de producción	No posee procesos de manufactura complejos	Procesos de corte, aglomerado y armado utilizados en la empresa	D
			Formas y tamaños acordes a los procesos productivos.	D
	Que sea resistente y fino		Formas de armado y ensamble, sencillas, con sistemas macho y hembra.	D
Que sea hecho con la materia prima aportada por la empresa D'carton	Tiene en cuenta espesor y formato de lámina de cartón	Lámina de cartón: 2,25 m x 2,10m Espesor: 7 mm	D	

Mantenimiento	Que no tenga mantenimientos especializados	Es de fácil acceso para la limpieza y de mantenimiento rápido	Ensamblajes sencillos que permitan sustituir o ajustar una pieza fácilmente	D
	Que lo pueda limpiar rápido		Dimensiones y formas apropiadas para que no se acumule el polvo, y permita acceder a todos los lugares del producto.	D
	Que el mueble me dure	Tiene ciertos cuidados para su durabilidad	Ilustración gráfica donde muestre los cuidados que debe tenerse con el mueble para que dure un periodo de tiempo suficiente	D
Precio	Que el producto sea barato	El precio del producto debe ser proporcional al ingreso de las personas que habitan en VIS	El precio del producto oscila entre \$ 80.000 y \$300.000 (ver <i>Figura 5</i>)	D
Calidad y confiabilidad	Que no se dañe rápidamente	El producto debe tener garantía	Debe durar por lo menos 4 años de constante uso.	D
Medio ambiente	Que no afecte al medio ambiente	Esta enfocado el diseño verde	No hay riesgos que cause algún tipo de impacto ambiental antes, durante y después de su uso	D
	Que no se desperdicie mucho material	Tendrá un diseño sostenible	El material utilizado es reutilizable en un 80%	D
Tiempo	Que sea un producto práctico	Se debe desarrollar un concepto y un prototipo en su totalidad, máximo en 5 meses	De Julio de 2009 a Octubre de 2009	D

D: Demanda, d: Deseo

Tabla 3. PDS del producto

2.2 DISEÑO FORMAL

Luego de definir los requerimientos del producto en el capítulo anterior y retomando aspectos importantes del usuario y el contexto para el cual va dirigida la línea de muebles, se procedió a realizar un estudio o análisis formal para luego generar una serie de conceptos del producto final, donde el mejor, se convierte en la alternativa a desarrollar. De esta forma se está dando cumplimiento a la segunda fase del diseño del producto y al objetivo específico número 4 (ver Figura 20)

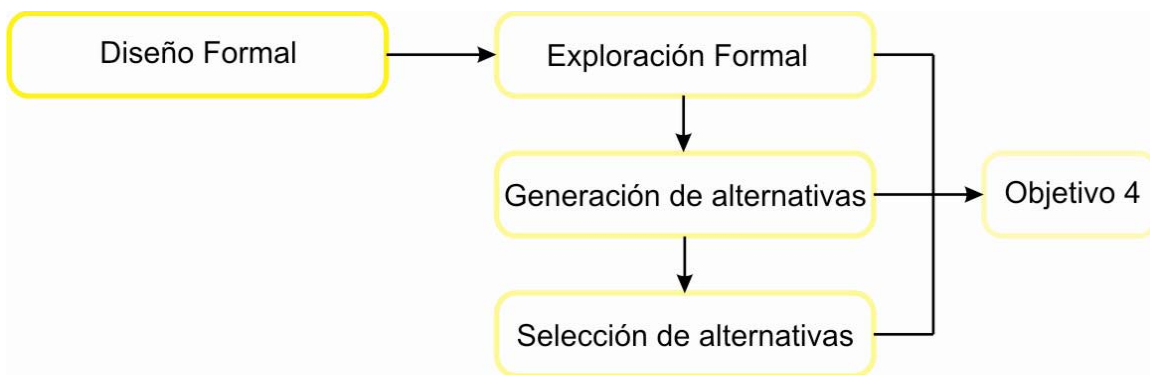


Figura 20. Fase de diseño conceptual.
Fuente: Elaboración Propia.

Exploración formal

- Análisis formal.
- Alfabeto visual.

En esta etapa se hizo una exploración muy detallada, con las imágenes recopiladas del contexto, el usuario y la emoción que describe el proyecto; de esta manera, se obtuvieron colores, formas y texturas que se utilizan más adelante en la elaboración de las alternativas.

Generación de alternativas

- Generar una lluvia de ideas.

Con las formas, colores y texturas de la fase anterior y las especificaciones del PDS, se procedió a realizar bosquejos del producto final.

Selección de alternativas

- Desarrollo de alternativas.

En esta parte se sintetizan todas las ideas anteriores en cinco alternativas que serán evaluadas posteriormente.

- Matriz de Evaluación.

Las cinco alternativas son evaluadas con ciertos criterios, para así definir el diseño final.

- Hacer ambientación de las alternativas seleccionadas mediante el software CAD.

2.2.1 Exploración Formal

2.2.1.1. Análisis formal

Antes de empezar a desarrollar alternativas se revisó la información gráfica recogida anteriormente del usuario y el contexto y desde allí se hizo una exploración detallada de formas, colores y texturas que ayuden a la elaboración de las primeras alternativas. Para esto, se recurrió a dos métodos: los Moodboards y el alfabeto visual.

Los Moodboard son una combinación de imágenes (collage) que permiten identificar claramente elementos que van estrechamente relacionados con el desarrollo del producto final. Dentro de esos elementos se encuentra el usuario,

los productos existentes dentro del contexto, productos sustitutos o similares y una emoción que describe el producto.

Moodboards

Usuario: Las personas que habitan las viviendas de interés social son gente con valores, pasatiempos, gustos y algunas otras características muy definidas que se pueden observar en la Figura 21.

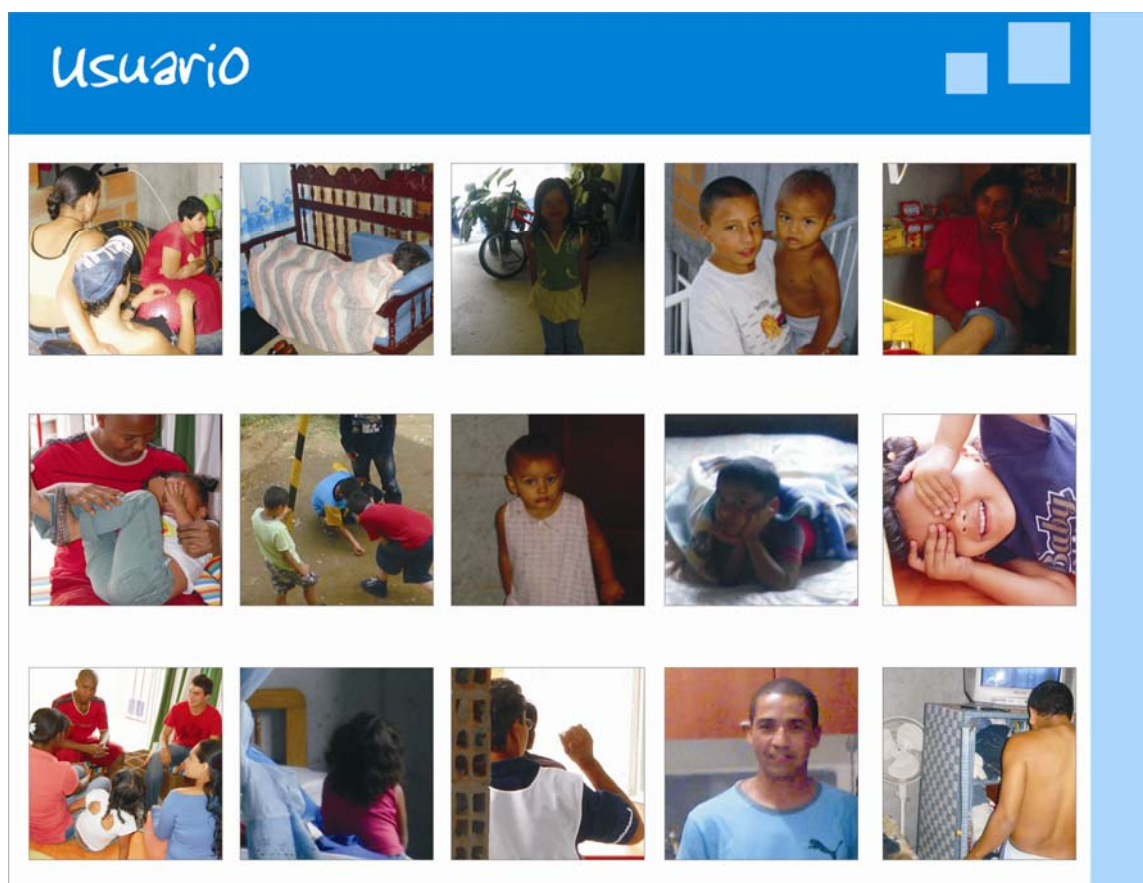


Figura 21. Collage del usuario
Fuente: Elaboración propia

Productos del contexto: Dentro de las viviendas se puede encontrar una serie de objetos que son utilizados diariamente para diferentes actividades y que forman

parte del hogar. La Figura 22 muestra estos elementos que son importantes a la hora de realizar un producto.



Figura 22. Productos encontrados dentro del contexto
Fuente: Elaboración propia

Productos sustitutos o complementarios: Dentro de las viviendas visitadas existen productos que cumplen las funciones de la línea de muebles que se propone en este proyecto. Para la elaboración de dichos productos, es necesario saber qué puede ser aprovechado o no de los ya existentes. Estos productos se muestran en la Figura 23.

Productos sustitutos

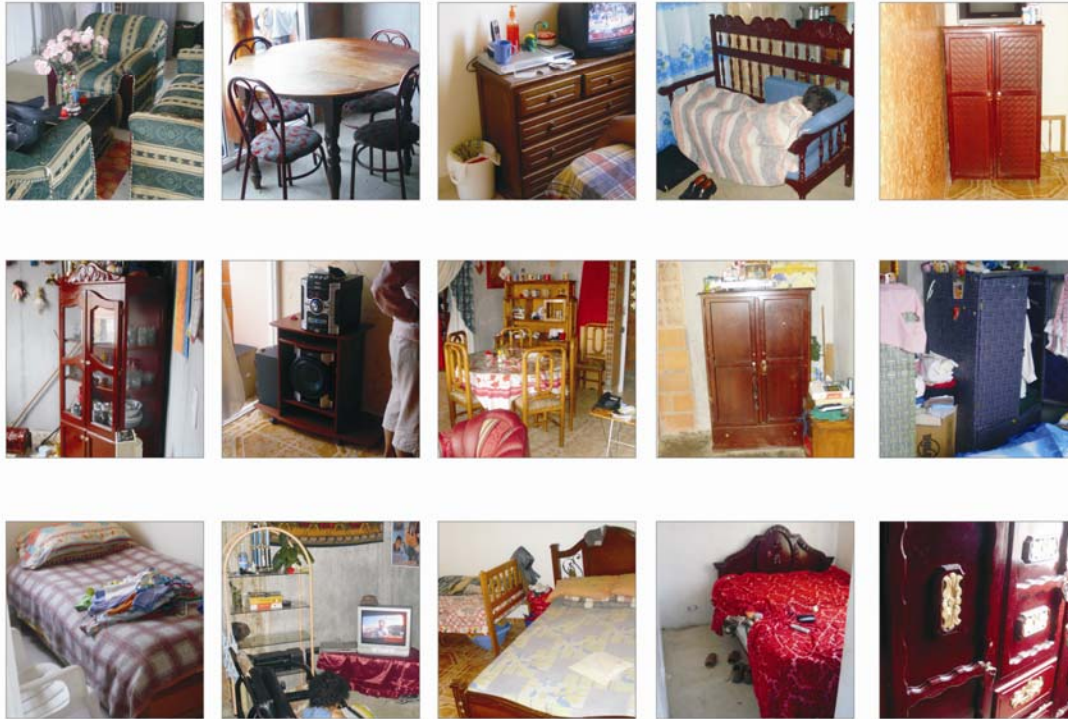


Figura 23. Productos sustitutos o complementarios
Fuente: Elaboración propia

Emoción: La emoción debe representar en una palabra el proyecto. Esta resume en gran medida todo el análisis hecho previamente. Es por esto que un “Cambio vital” es lo que describe el momento por el cual pasa el usuario con las nuevas viviendas adquiridas; además describe la necesidad de optar por productos más amigables con el medio ambiente, de cambiar esa imagen del cartón corrugado, considerado muchas veces solo como material desechable y finalmente es el término que describe un producto elaborado para el bienestar y la comodidad de los usuarios, por considerar solo algunos de los “cambios vitales” que se generan en el contexto del proyecto. En la Figura 24 se muestran algunas imágenes que representan esta palabra.

Emoción "Cambio Vital"

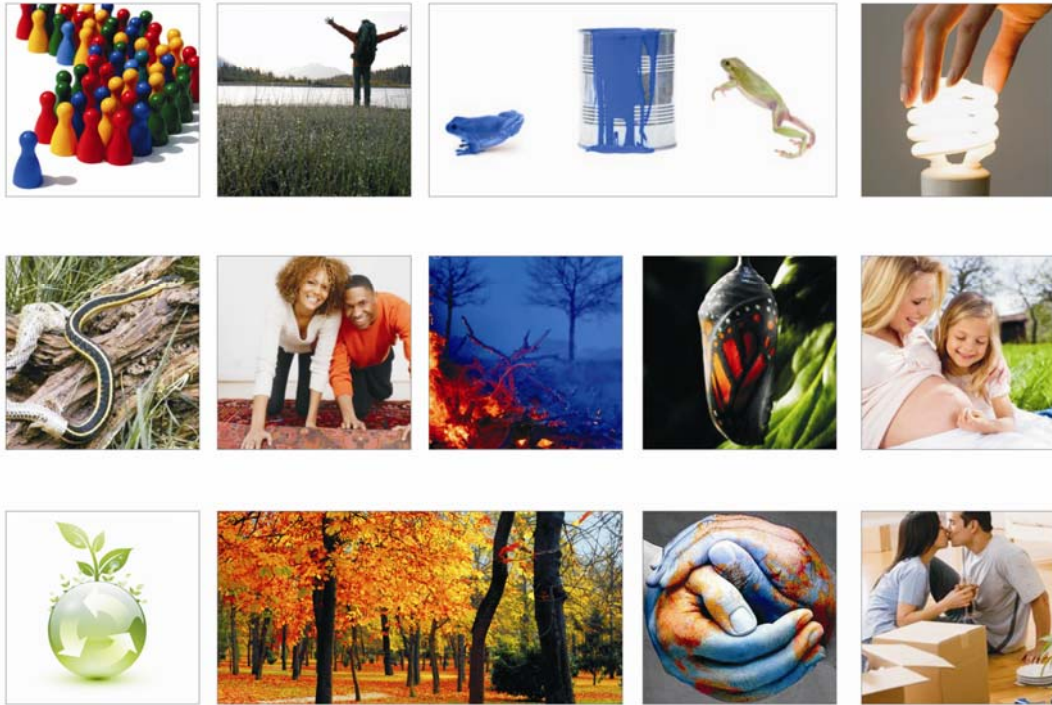


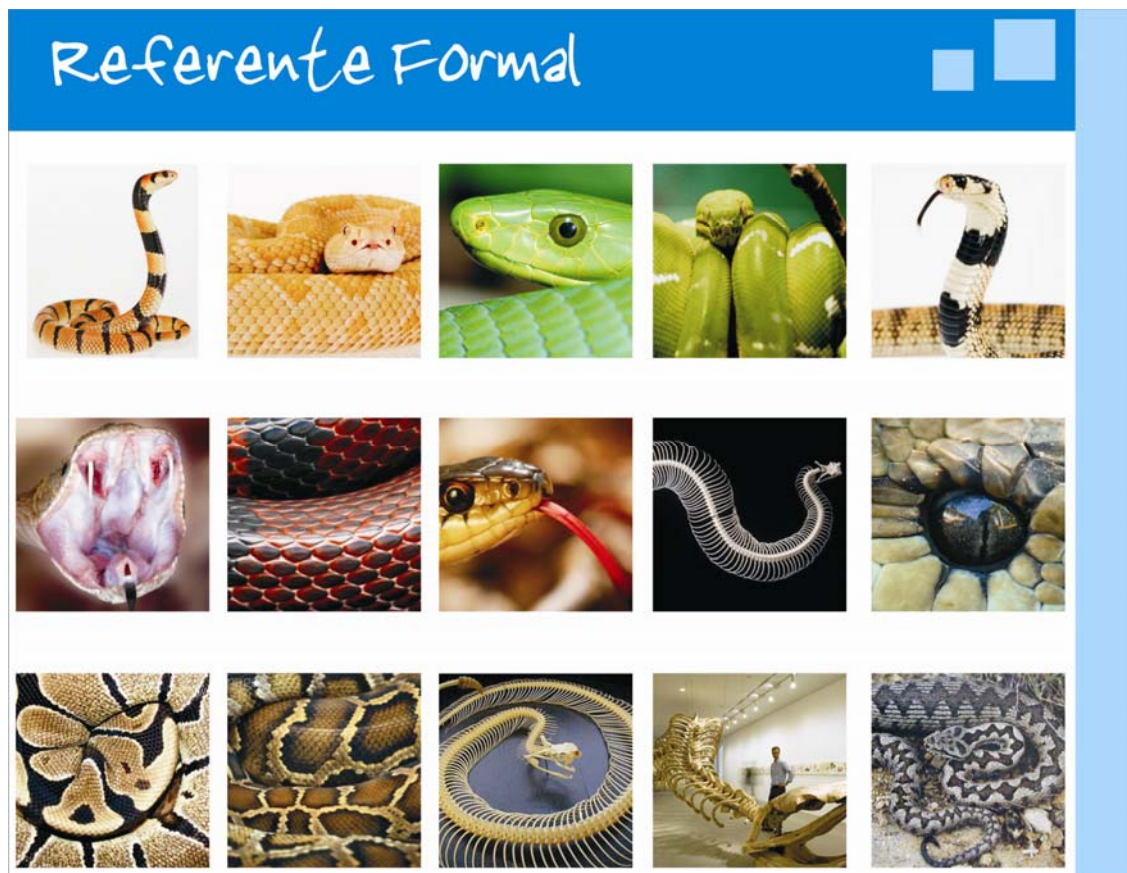
Figura 24. Collage de la emoción
Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2. Alfabeto visual

Es una herramienta utilizada en la fase de diseño formal, donde se busca encontrar formas, texturas y colores, que luego definen el diseño final del producto. Consiste en depurar al máximo imágenes encontradas en los Moodboards, a tal punto que sólo queden líneas que más adelante son utilizadas en la elaboración del mueble. El alfabeto visual esta compuesto de las siguientes fases:

Referente formal: A partir del Moodboard de emoción, elaborado anteriormente, se seleccionó como referente formal "la culebra" porque proporciona muy buenos elementos en cuanto a colores, formas y texturas que ayudan a realizar una

exploración formal más completa. Por otro lado evidencia la emoción, “cambio vital” en un proceso que tiene este animal en su vida con la renovación de piel, representando de alguna manera la idea de cambio que quiere el proyecto. En la Figura 25 se pueden observar algunas imágenes representativas del referente.



*Figura 25. Collage del Referente formal
Fuente: Elaboración propia*

Análisis de formas: En este punto se dibujan de manera literal, formas y figuras encontradas en las imágenes del referente. En la Figura 26 se evidencian algunas de estas formas.

Análisis de Formas

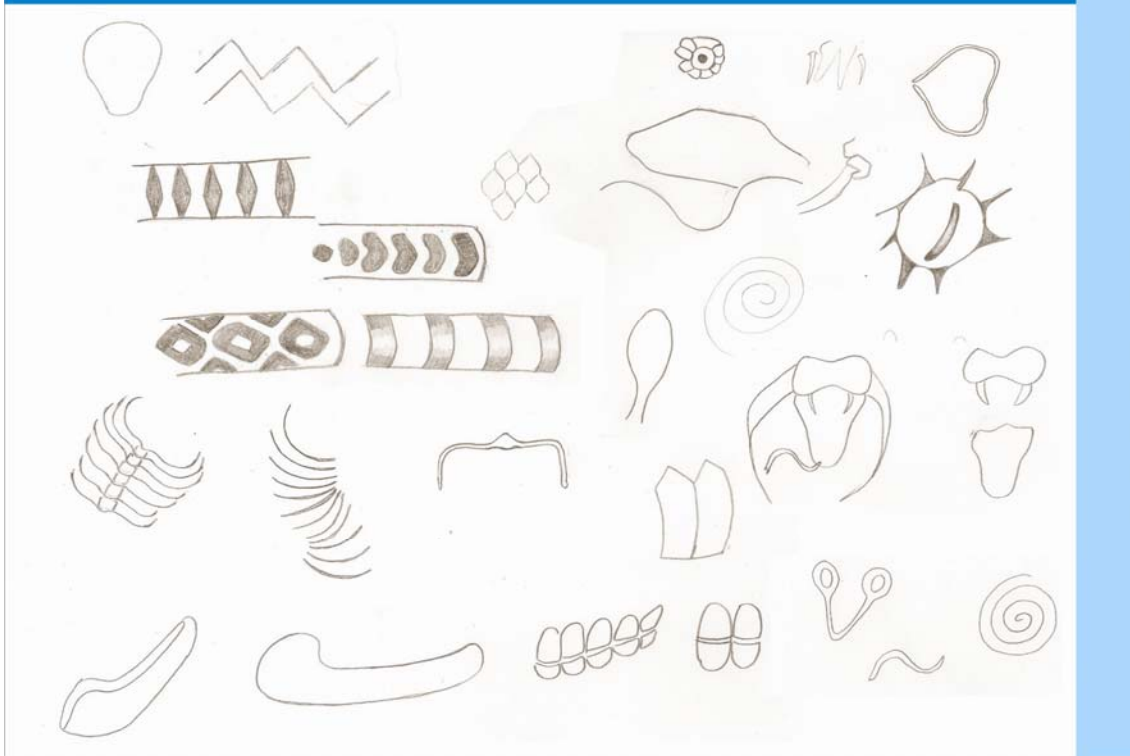


Figura 26. Análisis de formas
Fuente: Elaboración propia

Exploración formal: A partir de las formas dibujadas en las figuras anteriores se intenta depurar las formas a tal punto que queden figuras geométricas simples, o dado el caso, hacer de esas imágenes literales, imágenes abstractas. Lo anterior, con la ayuda de algunos principios de diseño como son: el balance, la simetría, asimetría, radial, movimiento, gradación, entre otros. Este proceso se representa en las Figura 27.

Exploración Formal

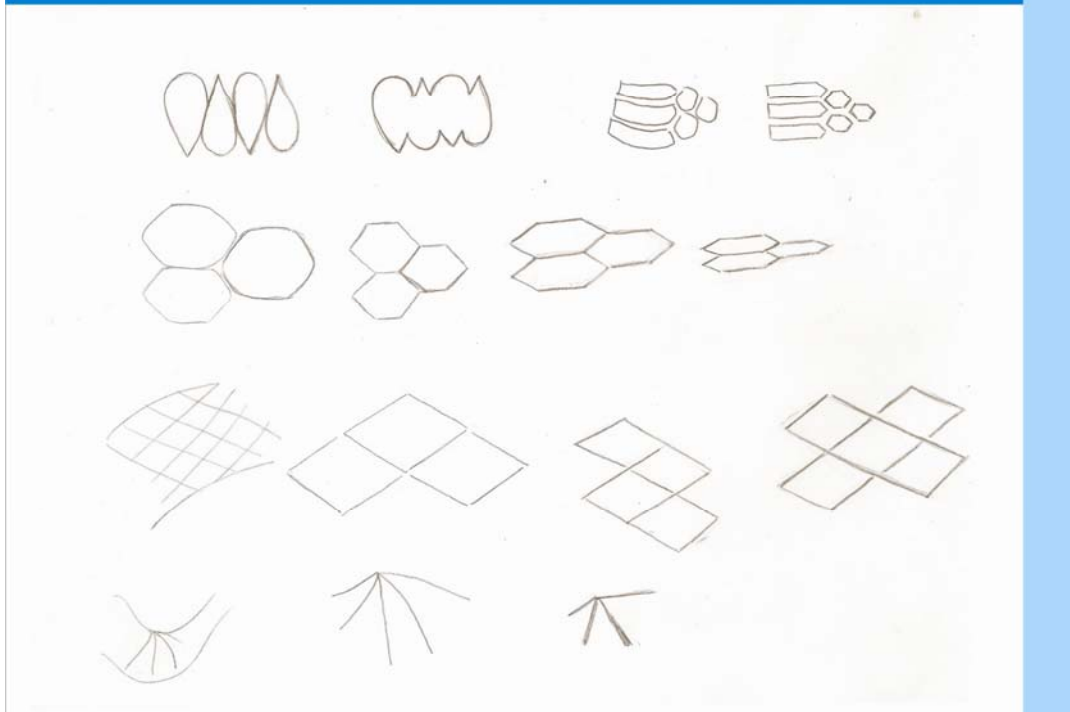


Figura 27. Exploración formal
Fuente: Elaboración propia

Carta de colores y texturas: Consiste en la extracción de colores y texturas a partir del referente formal y los Moodboards, para así tener una idea de los colores a utilizar en los pre-diseños.

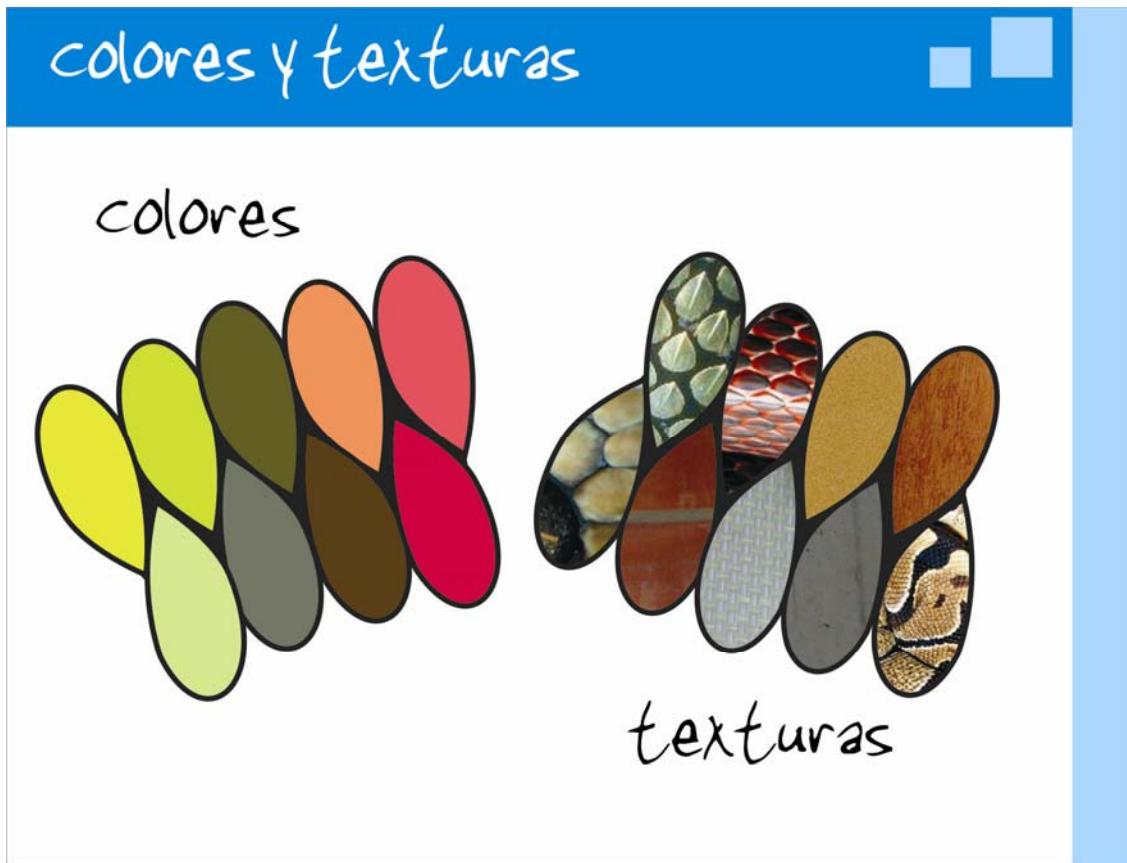


Figura 28. Colores y texturas.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Generación de alternativas

Con la información recogida en el análisis formal (donde se definieron formas, colores y texturas) y a través del método “lluvia de ideas” se generó una gran cantidad de propuestas, donde ninguna por pobre o incompleta que parezca se desechó, para luego ser exploradas y comparadas con el fin de llegar a unas ideas más concretas que sirvan de base para la elaboración de las alternativas finales.

Lluvia de ideas (Brainstorming): Es una técnica grupal para generar posibles soluciones en un ambiente amigable. El proceso busca generar más y mejores

ideas, potenciando el trabajo en equipo¹⁹. Algunas de las ideas generadas se pueden observar en la Figura 29 y la Figura 30 .

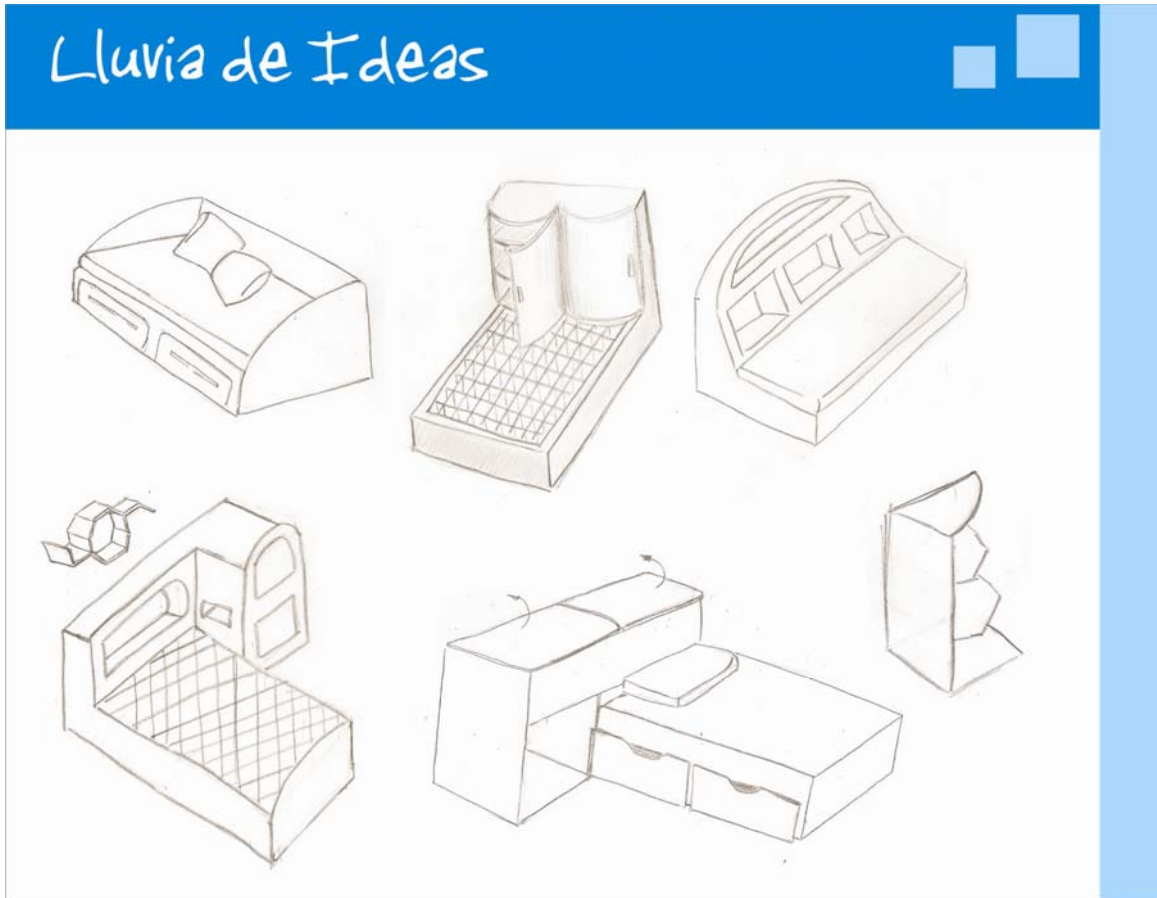


Figura 29. Lluvia de ideas 1
Fuente: Elaboración propia

¹⁹ Tomado de la página Web. http://www.cordoba.gov.co/sig/anexo_herramientas__para_analisis_de_causas.pdf

Lluvia de ideas

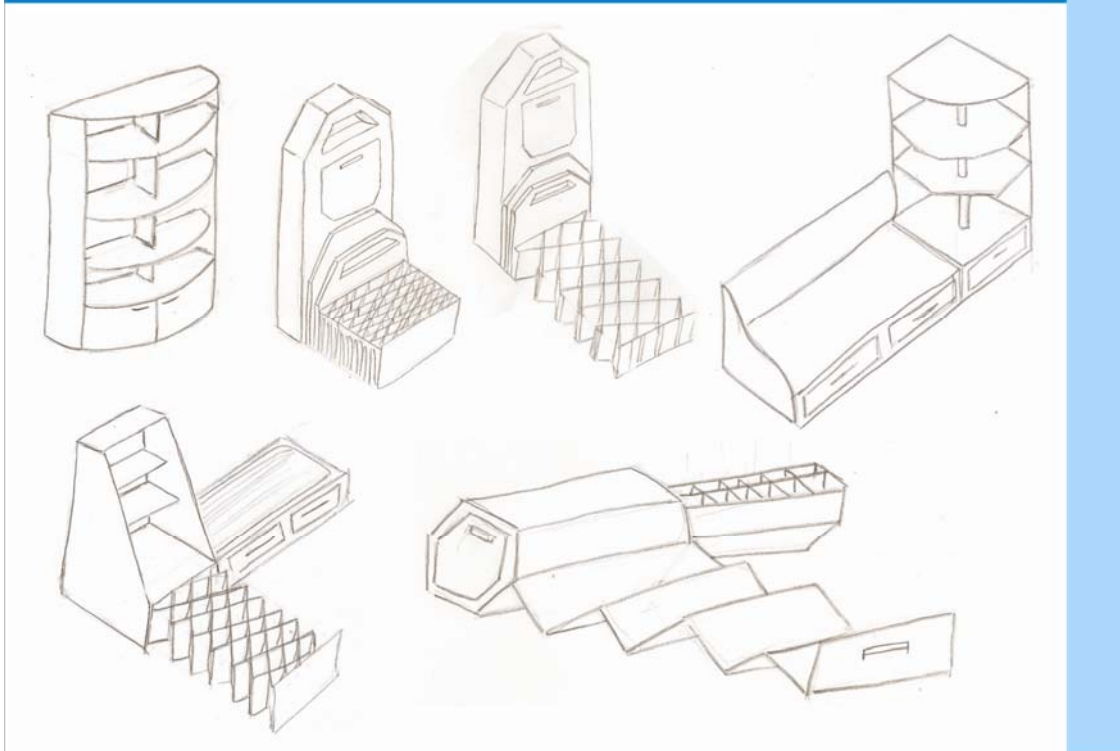


Figura 30. Lluvia de ideas 2.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Selección de alternativas

En esta fase se procedió a crear un número más reducido de ideas del producto y de una forma más detallada y luego se seleccionó el concepto o idea que mejor cumpliera con los requerimientos establecidos previamente, en la etapa de investigación, mediante una matriz de evaluación. De esta forma se escogió una alternativa final que luego será desarrollada plenamente.

2.2.3.1 Desarrollo de alternativas:

Los aspectos positivos que resultaron de la “lluvia de ideas”, plasmados en los primeros bosquejos, se aprovecharon para realizar 5 alternativas detalladas,

teniendo en cuenta la posibilidad de combinar algunos de los elementos encontrados previamente. En la Figura 31 se encuentran las alternativas seleccionadas y su proceso de diseño.



Figura 31. Desarrollo de las 5 alternativas a evaluar.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.2 Matriz de Evaluación

La Matriz de Evaluación pretende valorar las 5 alternativas elaboradas anteriormente, bajo unos parámetros ya establecidos en el PDS y otros que fueron considerados como los de mayor importancia. Luego se les asignó un peso, de acuerdo con el grado de importancia y finalmente, se hizo una calificación cuantitativa de cada propuesta, donde la que terminó con un mayor puntaje fue la alternativa a desarrollar en el proyecto. Los parámetros escogidos para la Matriz de Evaluación fueron:

1. *Facilidad de limpiar y mover:* Los espacios del producto deben ser de fácil acceso para realizar la limpieza interna del mismo, además debe ser liviano para moverlo a la hora de hacer la limpieza del hogar y para transportarlo fácilmente.
2. *Espacios para almacenaje:* Debido a la gran cantidad de objetos que se encuentran en las VIS, es necesario que la alternativa tenga espacios suficientes para almacenar la mayor cantidad de objetos.
3. *Proporciones:* La alternativa debe acomodarse a los espacios reducidos con los que cuentan las VIS; además debe ser ergonómicamente apropiado para las personas de estatura promedio que habitan la vivienda.
4. *Elementos diferenciadores:* La alternativa debe tener elementos que lo hagan percibir como un producto novedoso y diferente a los ya existentes en el mercado.
5. *Seguridad:* El producto no debe tener elementos que atenten contra la integridad física de las personas, como aristas vivas, malos ensamblajes, entre otros.

6. *Facilidad para ser desarrollado:* Los procesos implementados para la construcción de la alternativa no deben tener un alto grado de complejidad.

7. *Aprobación de la empresa D´cartón:* La empresa con la cual se trabajó en conjunto durante el proyecto debe darle la aprobación al diseño, pues serán los encargados de su posterior comercialización y producción.

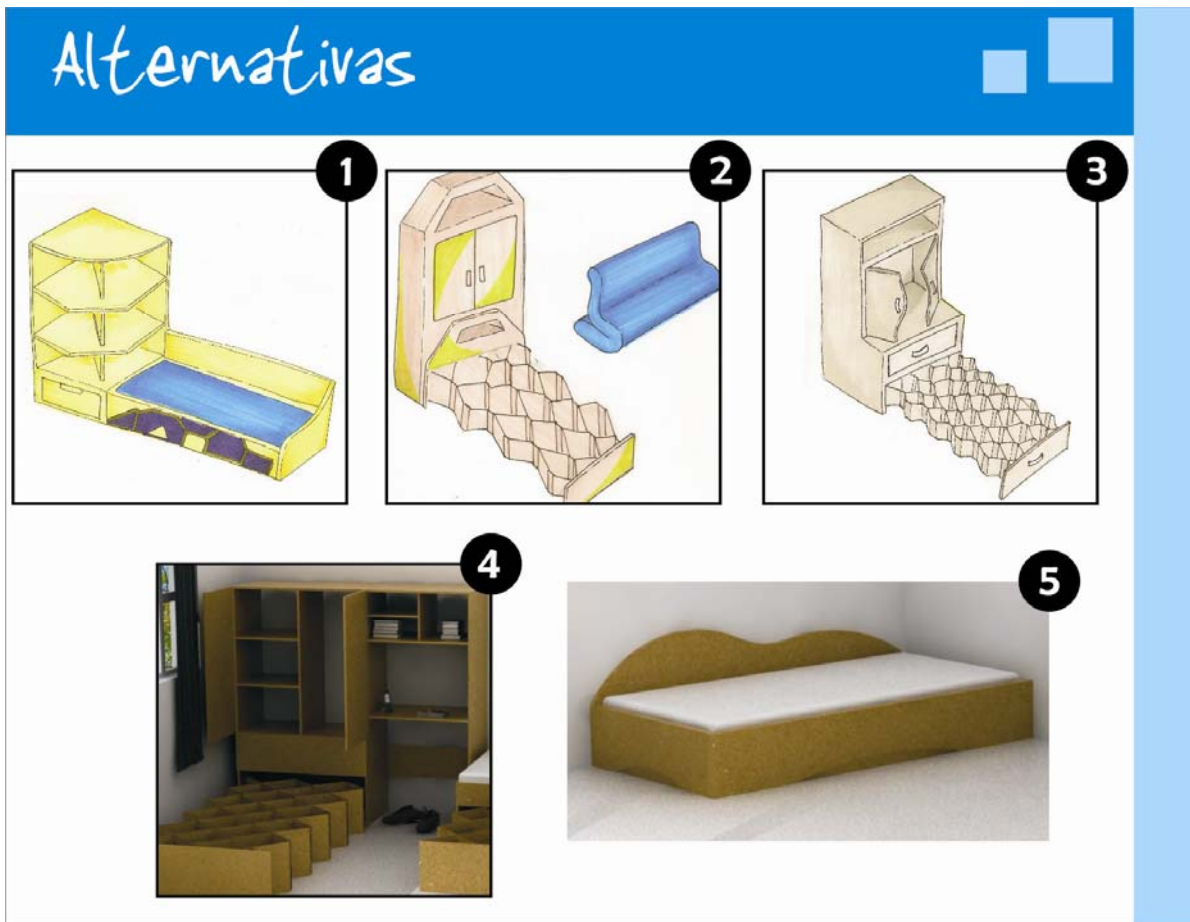


Figura 32. 5 Alternativas Finales
Fuente: Elaboración propia

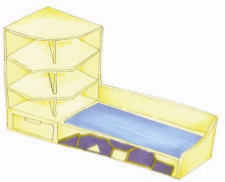
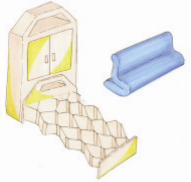
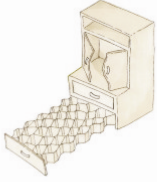

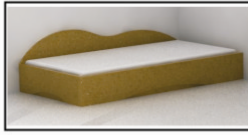
Matriz de evaluación de las alternativas de diseño												
CRITERIOS	Peso	ALTERNATIVA										
		1		2		3		4		5		
												
Puntaje	Ponderada	Puntaje	Ponderada	Puntaje	Ponderada	Puntaje	Ponderada	Puntaje	Ponderada			
1 Facilidad de limpiar y mover	0,15	3	0,45	5	0,75	3	0,45	3	0,45	5	0,75	
2 Espacio para almacenaje	0,15	3	0,45	3	0,45	5	0,75	5	0,75	3	0,45	
3 Proporciones	0,20	2	0,4	4	0,8	3	0,6	3	0,6	4	0,8	
4 Elementos diferenciadores	0,10	3	0,3	4	0,4	4	0,4	4	0,4	3	0,3	
5 Seguridad	0,10	3	0,3	3	0,3	4	0,4	3	0,3	4	0,4	
6 Facilidad para ser desarrollado	0,15	4	0,6	3	0,45	4	0,6	3	0,45	4	0,6	
7 Aprobación de la empresa D'carton	0,15	3	0,45	3	0,45	5	0,75	4	0,6	4	0,6	
TOTAL	1	21	2,95	25	3,6	28	3,95	25	3,55	27	3,9	

Tabla 4. Matriz de evaluación de las 5 alternativas de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

Puntuación de 1 - 5, siendo 5 la mejor calificación.

De acuerdo con los resultados vistos en la Matriz de Evaluación, la propuesta que mejor cumple con los criterios de selección y que por lo tanto es la escogida, es *la alternativa 3*. En segundo lugar, quedó *la alternativa 5* (ver *Figura 32* y *Tabla 4*) por lo cual se decidió hacer una combinación de estas dos alternativas para crear la línea final de muebles propuesta al comienzo del proyecto (ver *Figura 33*).

Propuesta Final

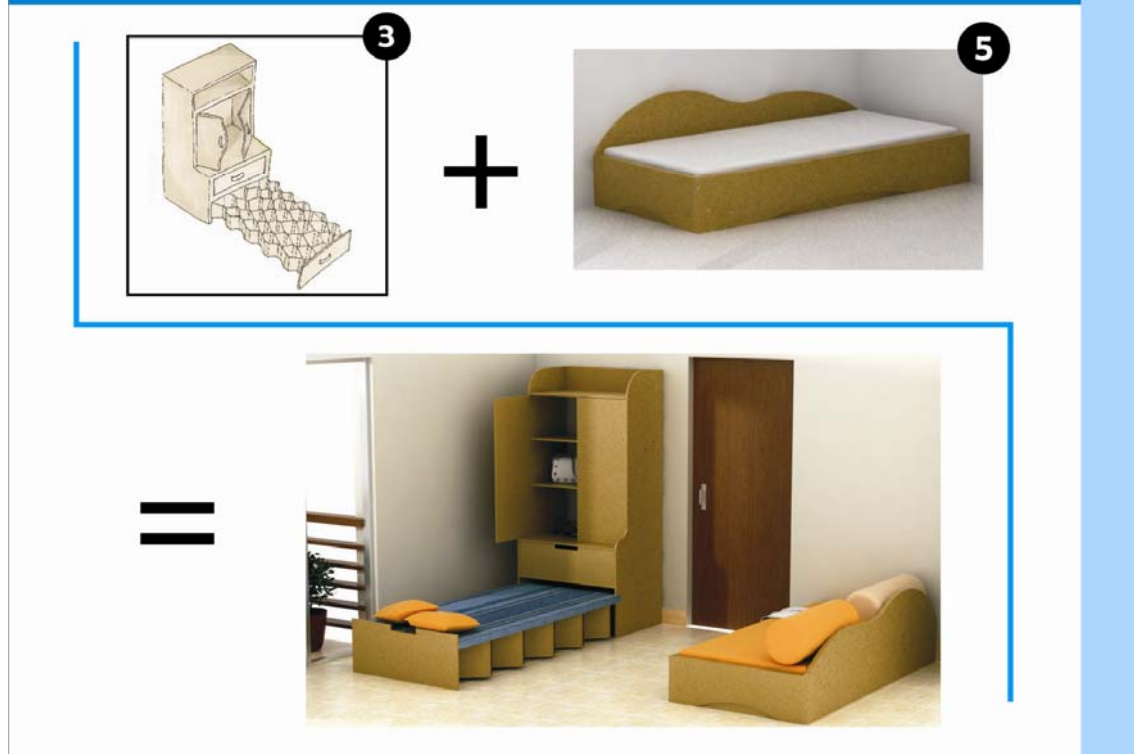


Figura 33. Propuesta final.
Fuente: Elaboración propia.

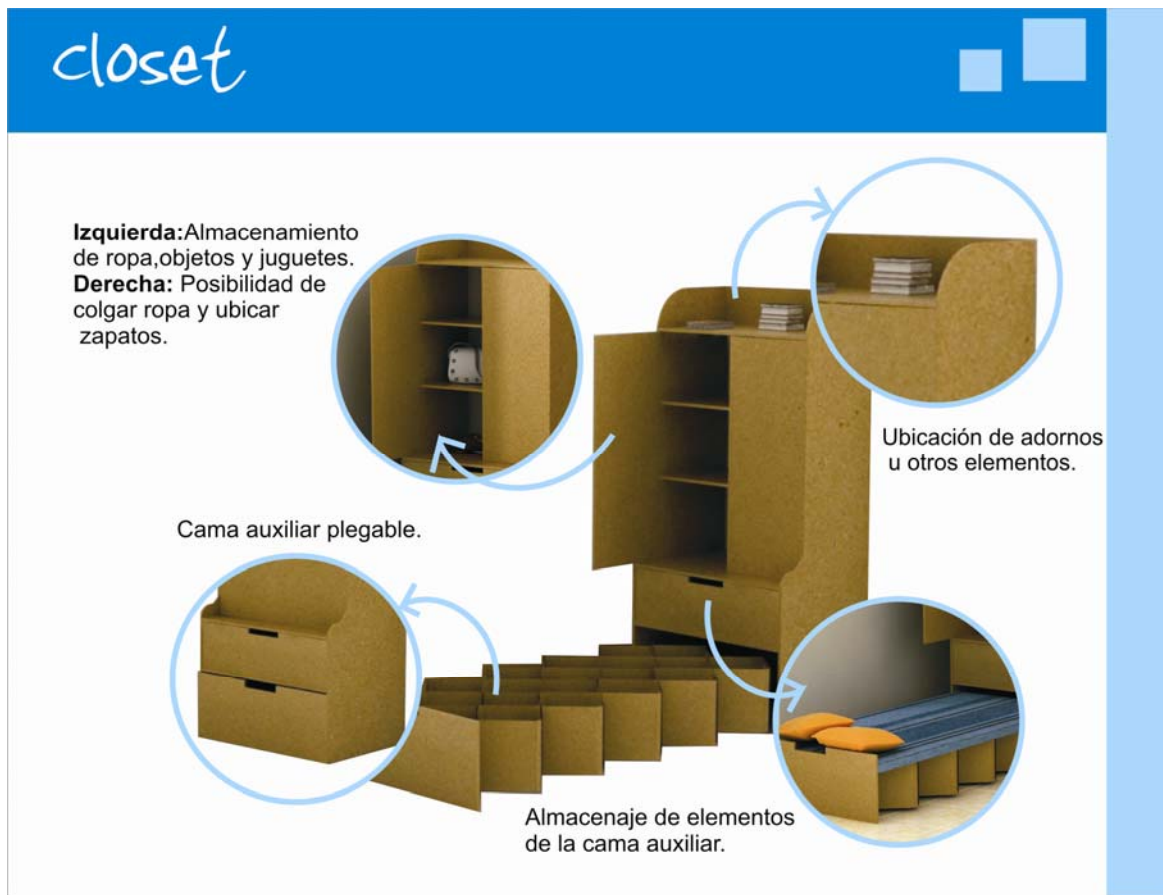
La propuesta final de la línea de muebles para las VIS está compuesta por un *CLOSET MULTIFUNCIONAL* y una *CAMA-SOFÁ*.

El closet fue seleccionado de la *alternativa 3*, con unos pequeños cambios realizados en la parte superior y en las puertas. Se decidió eliminar la cama que iba unida a la propuesta, para convertirlo en un solo elemento.

El closet es un mueble esencial para almacenar ropa, objetos, juguetes y otros elementos que se encuentran en la vivienda. Está compuesto por un espacio superior donde se pueden ubicar elementos decorativos. En el medio, al lado izquierdo, cuenta con tres compartimentos para guardar ropa y objetos; al lado derecho, con un solo compartimento para colgar ropa.

La parte inferior del clóset, que lo hace multifuncional, fue diseñada teniendo en cuenta los espacios reducidos y la cantidad de personas que habitan en estas

viviendas. Por eso, se tomó la decisión de acondicionar allí una cama auxiliar plegable que sirve tanto para acostarse, como para sentarse (ver *Figura 34*), y un cajón para guardar los elementos de la cama auxiliar: colchoneta, almohada y sábana.



*Figura 34. Elementos del Closet.
Fuente: Elaboración propia.*

Por otro lado y para completar la línea, se decidió hacer la cama-sofá, como un solo mueble independiente, eligiendo el diseño de la *alternativa 5*. La cama-sofá tiene como propósito ser un sistema de descanso para los habitantes de la vivienda. Sirve, como su nombre lo indica, de cama, si se quiere ubicar en una habitación, o de sofá, si se ubica en el salón-comedor de la vivienda (ver *Figura 35* y *Figura 36*). Es un mueble liviano, lo cual permite cambiarlo de lugar fácilmente. Adicional al diseño inicial, se agregaron tres cojines redondos y alargados que hacen la función de espaldar o descansa brazos.

cama - sofá



Figura 35. Elementos de la Cama-Sofá.
Fuente: Elaboración propia.

Propuesta Final



Figura 36. Propuesta final ambientada.
Fuente: Elaboración propia.

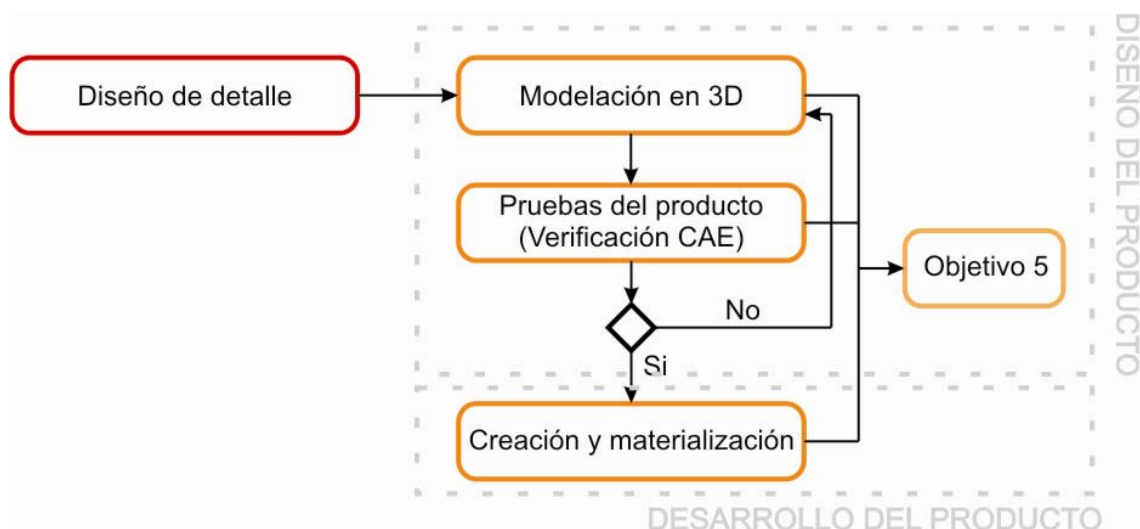
2.3 DISEÑO DE DETALLE

Luego de haber realizado el estudio formal y de haber seleccionado una propuesta final, se pasó a un análisis más detallado del diseño seleccionado, para optimizar su desarrollo posterior. En esta fase se analizaron aspectos funcionales, dimensionales, formales y económicos que tendrá la propuesta para ser una alternativa competitiva en el mercado local.

Para esta fase, se emplearon softwares 3D en la realización virtual y la verificación de dimensiones del producto, para luego crear los planos de taller; se utilizaron además, ayudas bibliográficas para verificar proporciones ergonómicas entre el usuario y el mueble.

Igualmente, se hicieron pruebas de resistencia, de forma virtual, para definir la estructura y la forma del producto. Finalmente, se tomó como referencia los procesos de producción implementados en la empresa D'cartón y se hallaron los costos más representativos.

De esta forma se dio cumplimiento a la fase de diseño de detalle y se alcanzó el objetivo 5, que finaliza con la creación del prototipo del producto (ver *Figura 37*).



*Figura 37. Fase de diseño de detalle.
Fuente: Elaboración propia.*

Modelación 3D

- Modelación de las partes.
- Creación de planos.
- Verificación de medidas ergonómicas.
- Diseño de detalle de partes.

Verificación CAE

- Pruebas de resistencia a los diferentes pesos que será sometido el producto a través del software de elementos finitos (Ansys).

Creación y materialización

- Elaboración del prototipo.
- Costos.

2.3.1 Modelación 3D

2.3.1.1 Modelación de partes

La modelación 3D es una herramienta de gran ayuda para la realización de cualquier producto, ya que permite la verificación de los diseños antes de ser fabricados. Ayuda a tener más claridad en los procesos con los cuales será realizado y valida la funcionalidad del diseño. Este tipo de modelación permite observar el diseño con diferentes texturas, colores, sombras, reflejos, ambientes, entre otros elementos (ver *Figura 38*).

Para la modelación 3D del diseño seleccionado se utilizaron herramientas CAD, dentro de las cuales se encuentra Rhinoceros 4.0, Pro-engineer 4.0 e Inventor. El proceso consistió en modelar cada una de las partes del prototipo de una forma detallada y así poder conocer los diferentes elementos que las piezas tienen en cuanto a distancias, dimensiones, especificaciones, entre otros factores que ayudarán a realizar un ensamble óptimo del producto. En la *Figura 39* se pueden observar algunas de las piezas diseñadas.

Modelación y Render (Rhino)

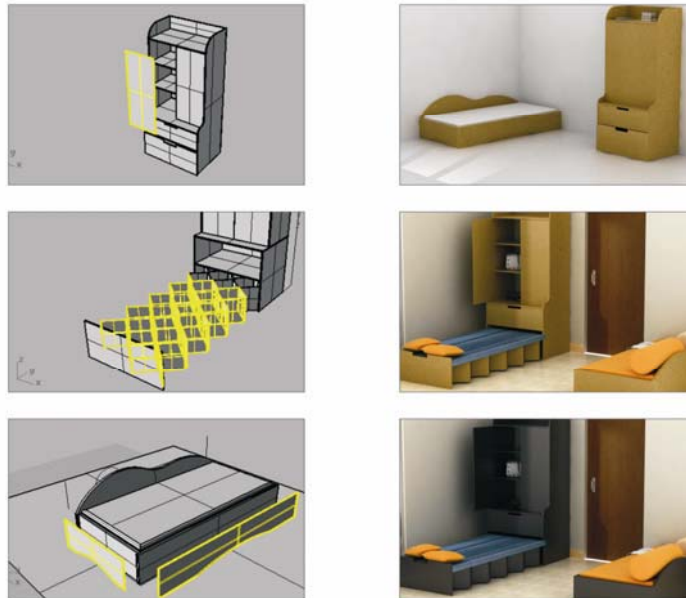


Figura 38. Proceso de modelación en Rhinoceros 4.0.
Fuente: Elaboración propia.

Modelación (Pro-engineer)

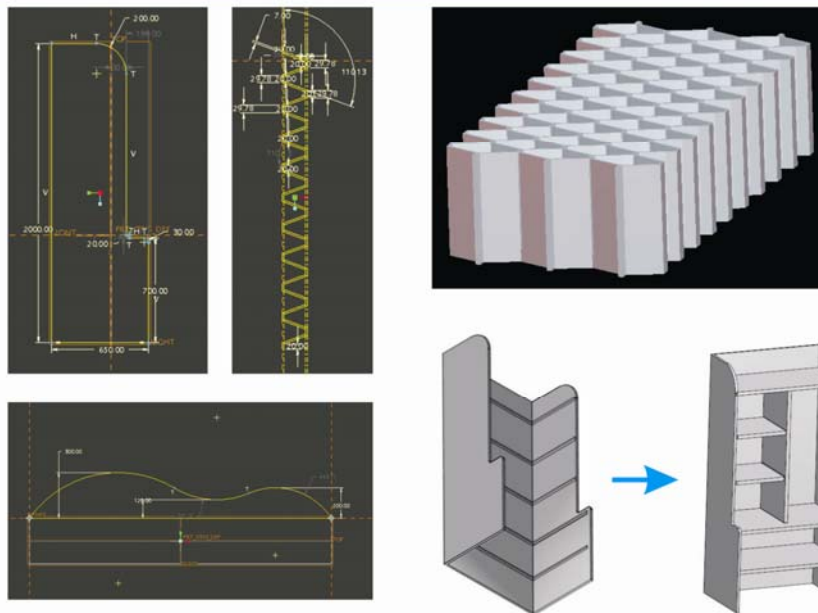


Figura 39. Proceso de modelación en Pro-engineer
Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.2 Creación de planos

Los planos de taller son un elemento fundamental en la creación del prototipo; son el mecanismo mediante el cual la empresa D´cartón conoce el diseño del producto y procede a elaborarlo. En la Figura 40. *Plano de cama-sofá* se puede ver el plano de la cama-sofá. En el anexo C se pueden observar los otros planos de taller del producto.

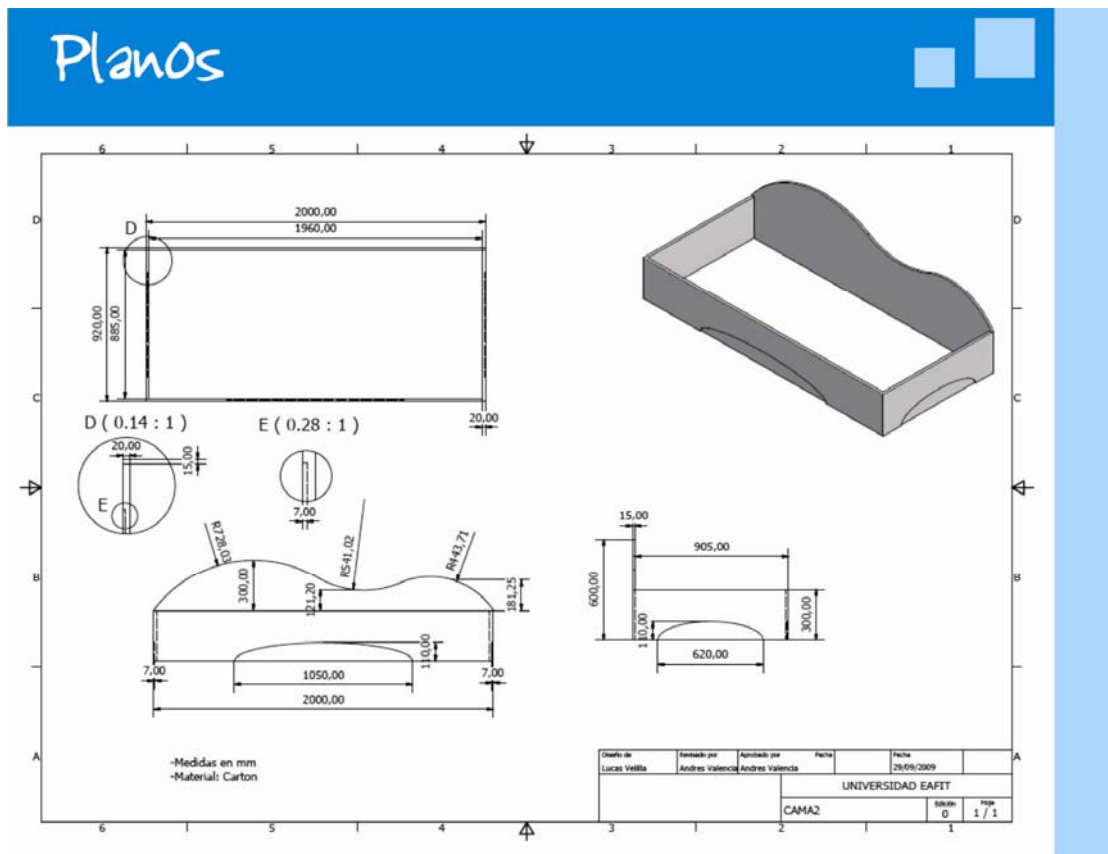


Figura 40. Plano de cama-sofá
Fuente: Elaboración propia

2.3.1.3 Verificación Ergonómica

Antes de producir la alternativa seleccionada es necesario verificar las proporciones y dimensiones de los muebles con respecto al usuario. Para esto se utilizaron como referencia las medidas de una persona adulta, con una altura de 1,75m (Ver anexo D). En las siguientes *Figura 41* y *Figura 42* se observa la interacción que tendría este tipo de usuario con el producto.

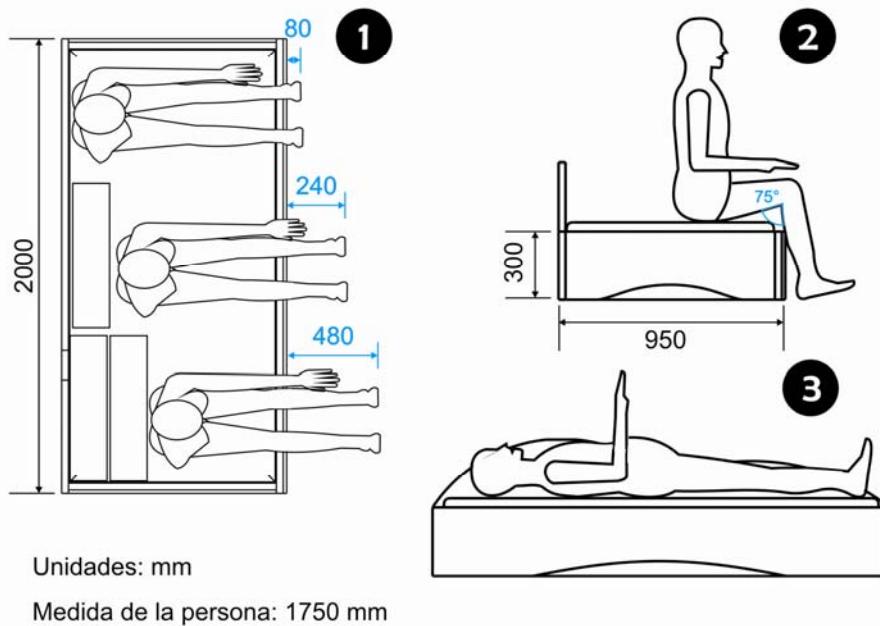


Figura 41. Verificación de medidas ergonómicas 1
Fuente: Elaboración propia.

1. Muestra las 3 posibles posiciones que puede adoptar la persona al sentarse en la cama- sofá, utilizando la ayuda de los cojines.
2. Se evidencia el ángulo que se forma en las piernas al sentarse al borde de la cama-sofá y apoyar los pies en el suelo.
3. Se puede observar que una persona no tendría problema alguno si se acuesta. Esto gracias a que fueron tomadas en cuenta las medidas estándar de las camas y colchones existentes en el mercado local.

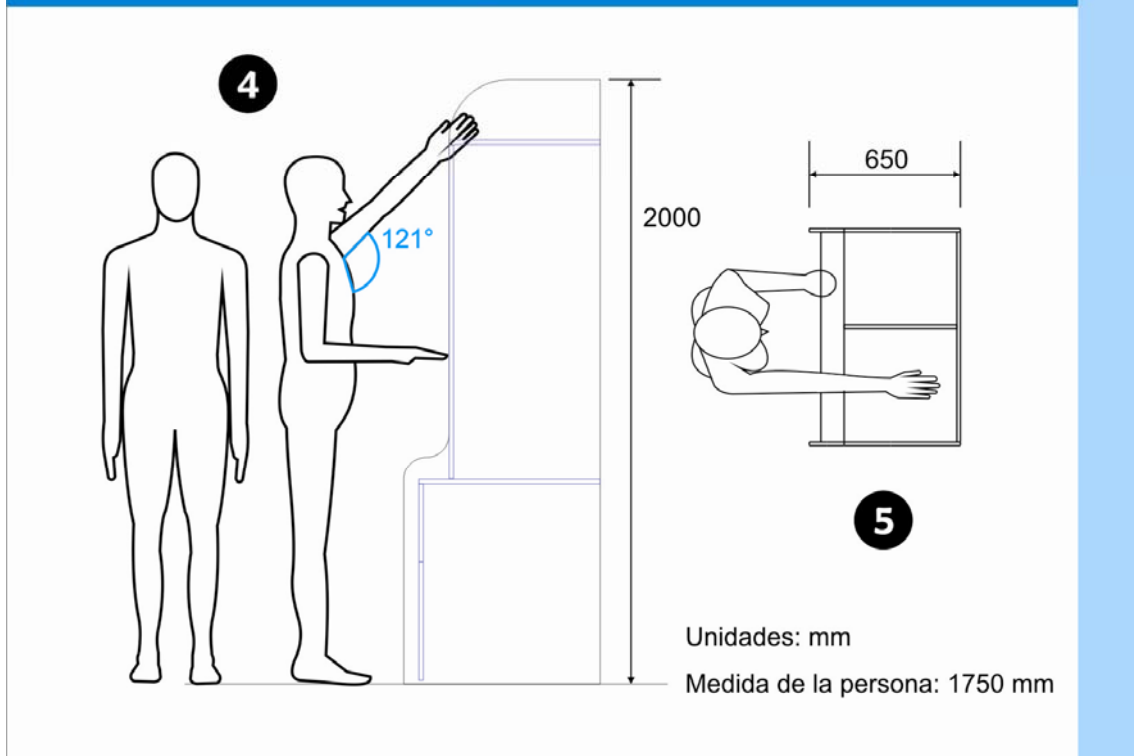


Figura 42. Verificación de medidas ergonómicas 2
Fuente: Elaboración propia.

4. Esta figura muestra la altura de la persona con respecto al mueble. Además, se puede observar el ángulo con el que la persona podría interactuar con los productos de mayor altura ubicados en el prototipo.
5. La profundidad del producto es apta para que una persona alcance los objetos ubicados en el fondo de los estantes del medio y del espacio donde la ropa está colgada.

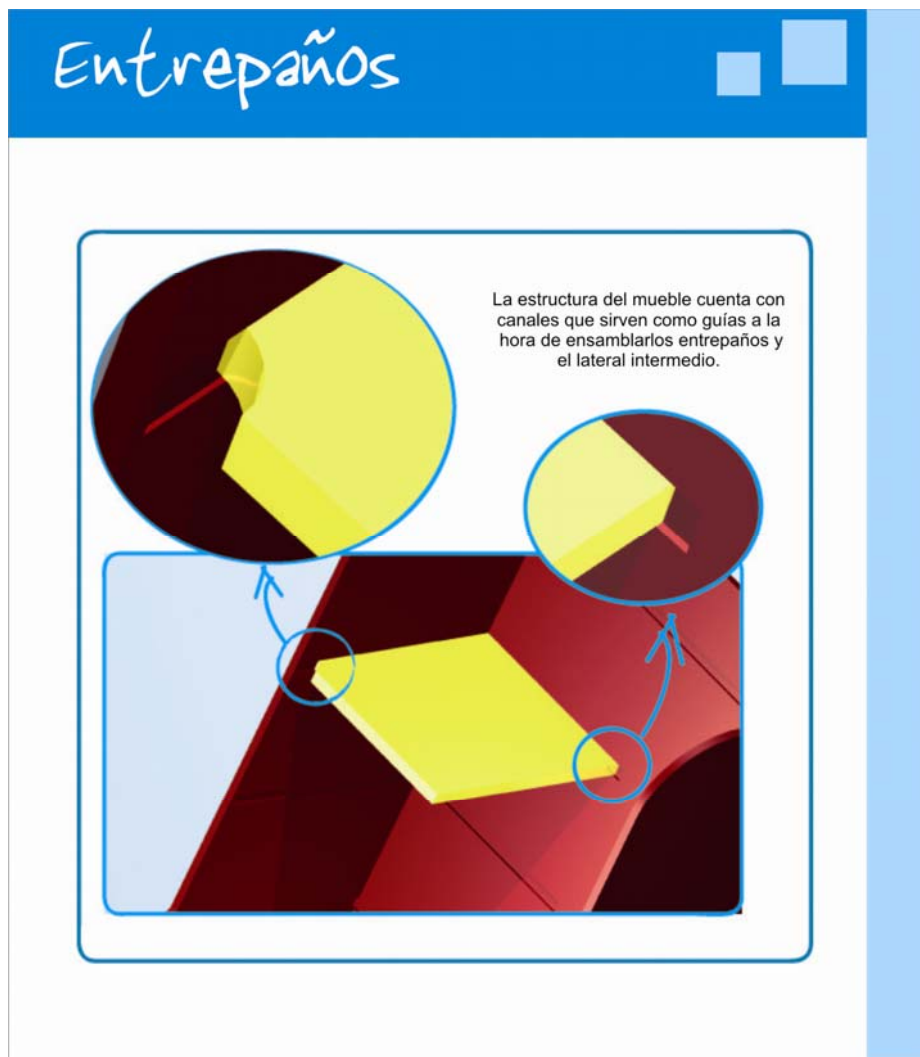
2.3.1.4. Diseño de detalle de partes

Clóset

Entrepaños

Los entrepaños son ensamblados gracias a unos ranurados o canales hechos previamente en los laterales del clóset. Igualmente, para ensamblar el lateral intermedio se hicieron ranurados en el techo y el entrepaño grande, ubicado en

el medio del clóset. Para mayor agarre y previniendo que se despeguen, se utiliza pega tipo colbón madera, para darle firmeza a la unión. Los entrepaños pequeños tienen otro ranurado en las esquinas, para facilitar el accionar de la puerta izquierda del closet como muestra la siguiente *Figura 43 Diseño de detalle, entrepaños.*Figura 43.



*Figura 43 Diseño de detalle, entrepaños.
Fuente: Elaboración propia.*

Herrajes

A los prototipos elaborados se le agregaron herrajes, de fácil consecución en el mercado local, con el propósito de facilitar algunas funciones como son abrir, cerrar y asegurar puertas, deslizar los muebles, entre otros.

Para las puertas se utilizan bisagras tipo pivote, que facilitan el abrir y cerrar las puertas (ver Figura 44).

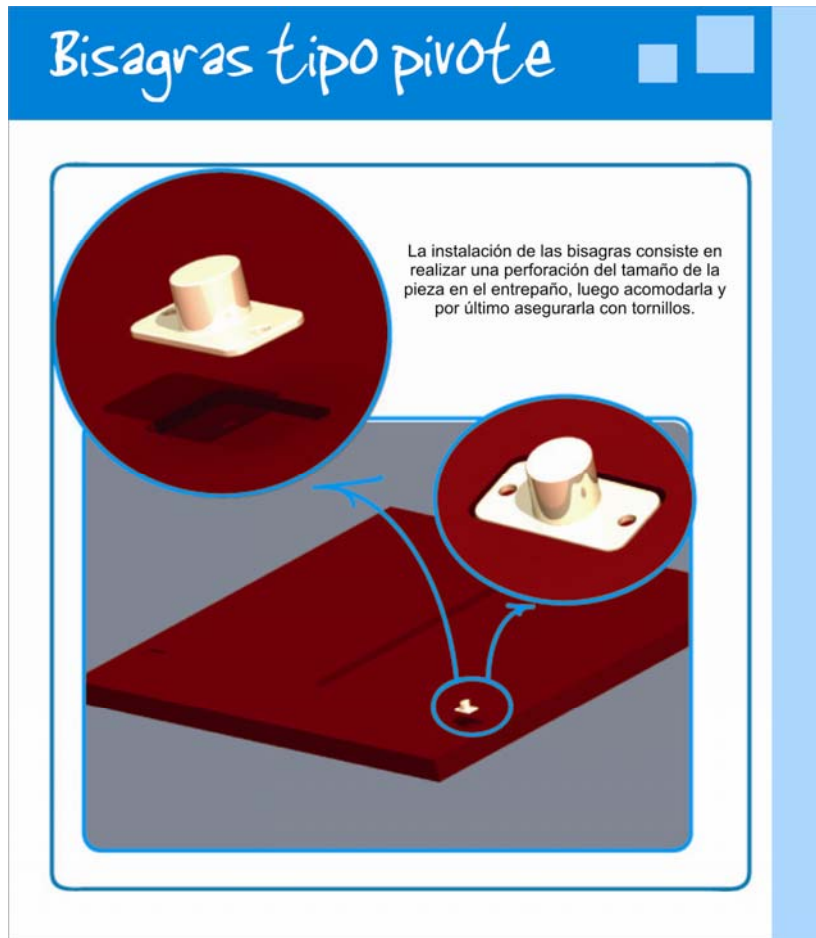


Figura 44. Diseño de detalle, bisagra pivote.
Fuente: Elaboración propia.

Para asegurar las puertas y evitar que se abran, se utiliza un sistema de cerradura “push” (ver Figura 45). Este sistema, como su nombre lo indica, consiste en presionar la puerta para que abra y también para asegurarla.

Los muebles utilizan deslizadores en la parte inferior. Con este herraje se logra estabilizar el producto y además se protege del contacto directo con el suelo y de posibles daños por humedad o rozamiento, al ser movido de lugar.

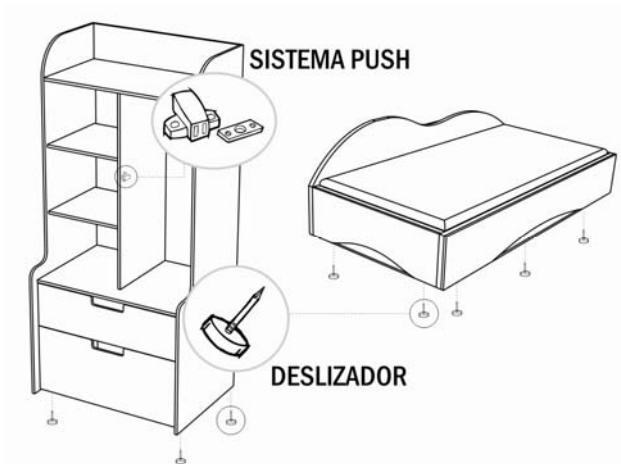


Figura 45. Diseño de detalle, sistema push y deslizadores.
Fuente: Elaboración propia

Cama auxiliar

La cama auxiliar plegable es un elemento complementario del prototipo, propuesto como un sistema de descanso práctico que no ocupa mucho espacio dentro de la vivienda; su estructura plegable hace que el uso de este elemento sea fácil. El usuario tiene la posibilidad de utilizar este mecanismo como cama, sofá, mesa, entre otros; es liviano y su estructura rectangular proporciona una buena resistencia a la compresión, soportando fácilmente el peso de una o dos personas como se puede observar en la siguiente *Figura 46*.



Figura 46. Diseño de detalle, cama Auxiliar.
Fuente: Elaboración propia.

Cama-sofá

Estructura

La estructura interna de este producto está compuesta por láminas de cartón ensambladas entre sí, gracias a las ranuras hechas previamente en las piezas. El ensamble forma una cuadrícula (ver *Figura 47*), que permite darle estructura al prototipo y a su vez soportar grandes pesos.

Estructura cama

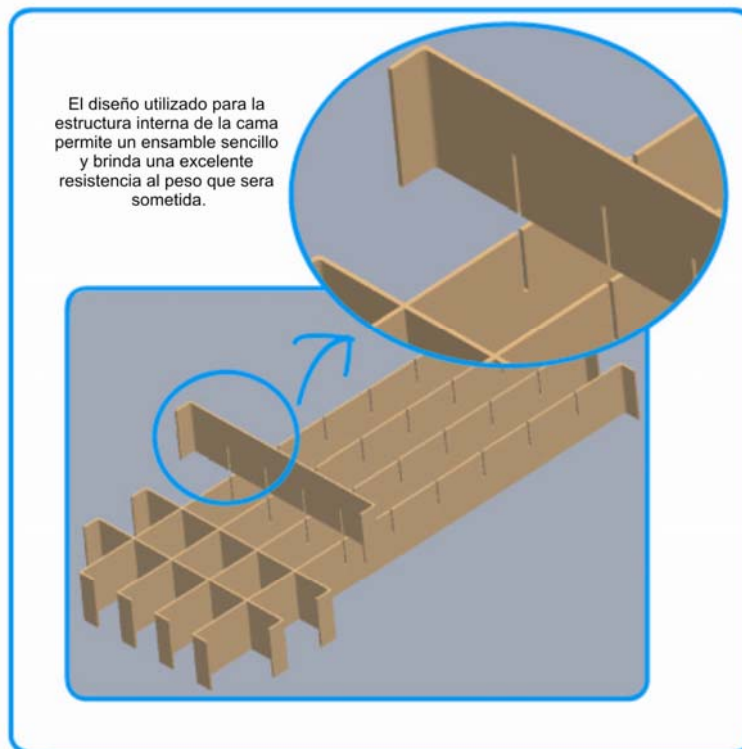


Figura 47. Diseño de detalle, estructura cama-sofá.
Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Verificación CAE

Para la verificación de la estructura del diseño del closet se utilizó un análisis de elementos finitos, a través de la plataforma virtual Ansys.

Para esta prueba se utilizaron las propiedades de la madera aglomerada MDF (Medium Density Fiber), material con una composición similar a la del cartón corrugado de doble pared.

Con el análisis se pretendió específicamente probar la estructura detectando los puntos de la misma que están sometidos a mayores esfuerzos, a fin de intervenirlos para evitar posibles fallos; por ello los datos de resistencia del

material no se tuvieron en cuenta como variable, a la hora de evaluar los resultados, ni se consideran los valores de las deformaciones.

En primera instancia y basados en lo antes visto, en la etapa de investigación, se aplicaron algunos pesos en varios puntos del mueble, acorde con lo que el usuario ubica en estos espacios. Para un mejor análisis, la fuerza fue distribuida en toda la superficie, como se observa en la *Figura 48*

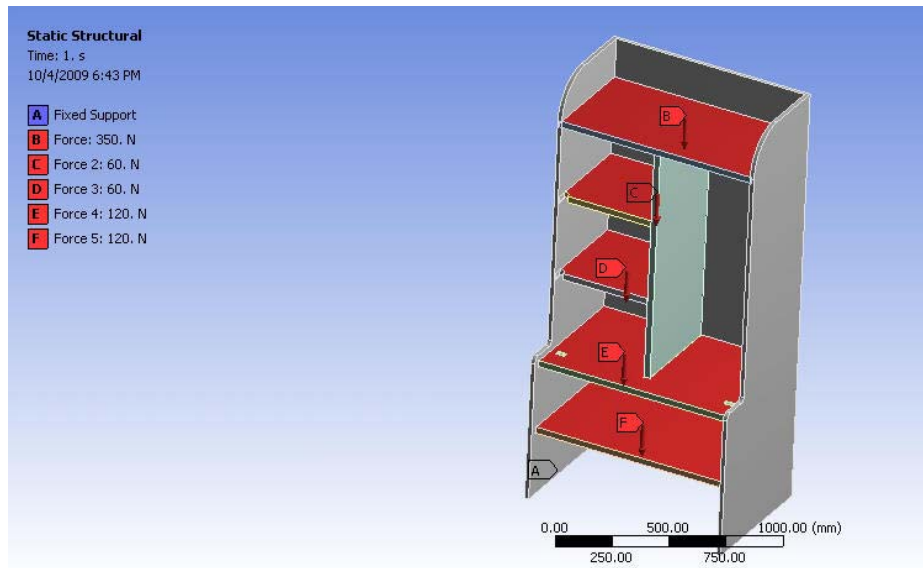


Figura 48. Distribución de fuerzas en el modelo.
Fuente: Plataforma de elementos finitos, Ansys workbench

Las fuerzas son distribuidas de la siguiente manera:

- En el entrepaño superior (B) se aplicaron 35 Kg.
- En los entrepaños pequeños medios (C) y (D) se aplicaron 6 kg en cada uno.
- Los entrepaños inferiores (E) y (F) se aplicaron 12 kg en cada uno.

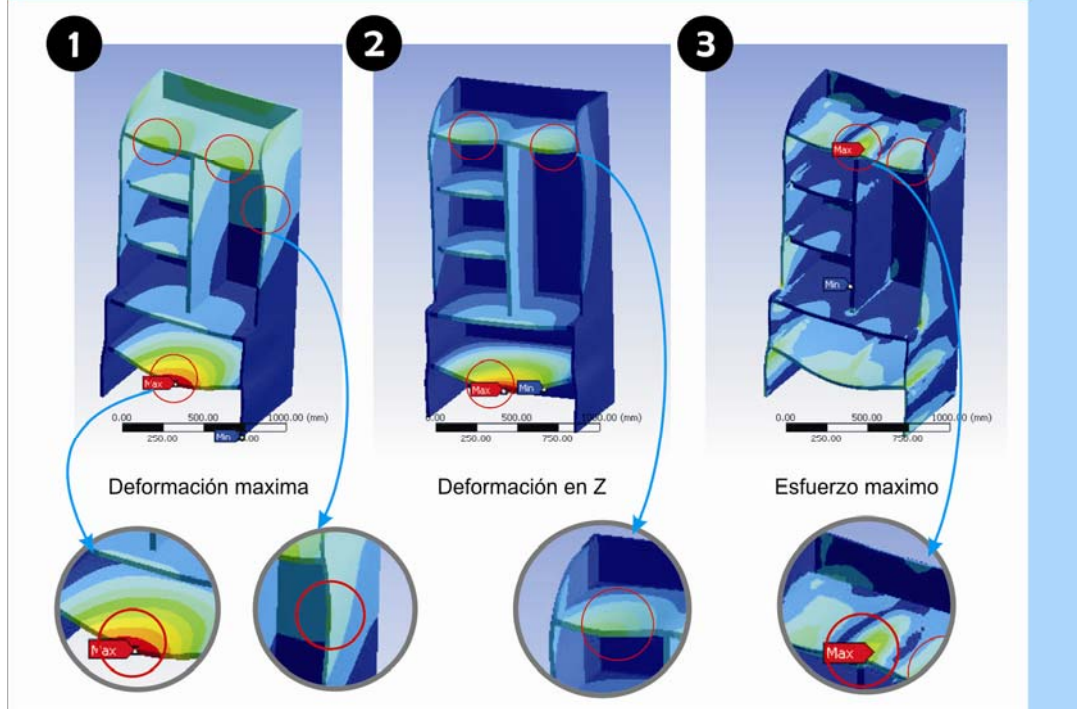


Figura 49. Análisis de elementos finitos en modelo del closet.
Fuente: Elaboración propia.

1. En esta imagen de la *Figura 49* se observa que el punto de deformación más crítico de la estructura se presenta en el entrepaño inferior, debido a que es una pieza larga sin ningún punto de apoyo intermedio. Cabe recordar que la función de este entrepaño es la de soportar un cajón que almacena una colchoneta y la ropa de cama de la cama auxiliar, lo cual no es mayor peso, pero sí ocupa la totalidad del espacio disponible y por lo tanto, es preciso advertir al usuario que en este lugar no se almacenen más objetos. En el lateral derecho se presenta una pequeña deformación, pero a diferencia del lateral izquierdo, esto se compensa con la ubicación en este punto de un bolillo para colgar ropa, lo que hará las veces de entrepaño y dará más estructura.
2. Al igual que la imagen 1, el entrepaño inferior es la parte de la estructura que más se afecta con los esfuerzos en dirección Z (hacia abajo). En el entrepaño superior también se presentan unas pequeñas deformaciones

ya que es la pieza que podría llevar un mayor peso, pero la fuerza es contrarrestada gracias al intermedio.

3. La imagen 3 nos muestra la importancia del intermedio, pues allí se presentan los mayores esfuerzos. El entrepaño superior, entonces, es capaz de resistir grandes pesos y por lo tanto allí se podrían ubicar objetos como un televisor, sin ningún tipo de problema.

Después de analizar las imágenes, se concluye que el diseño de la estructura es resistente a los diferentes pesos que el usuario puede ubicar en sus entrepaños y espacios. La estructura, de la manera en que se concibe, con la ayuda de los entrepaños pequeños y el intermedio, distribuye de muy buena manera el peso y permite una muy buena rigidez al mueble.

En caso de utilizar el entrepaño inferior para ubicar solo objetos, es importante hacer un refuerzo de la estructura para evitar que esta parte del mueble ceda ante el peso que sea ubicado.

CAPITULO 3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

3.1. Creación y materialización.

3.1.1. Elaboración del prototipo

La elaboración de muebles de cartón en Colombia y casi la totalidad del mundo, es un proceso bastante artesanal y lento. Los pasos que se deben seguir para elaborar las piezas son:

a) Despiece

Proceso de trazado del molde, que ayude a optimizar recursos y agilizar el proceso de ensamble de piezas (ver siguiente *Figura 50*).

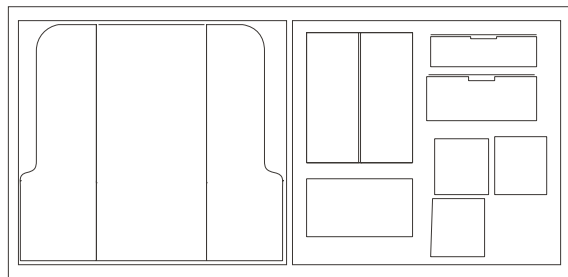


Figura 50. Despiece
Fuente: Elaboración propia.

b) Cortado de piezas

Cortar las placas de cartón (ver *Figura 51*) de forma consecuente con las observaciones e instrucciones resultantes del paso anterior (despiece).



Figura 51. Corte
Fuente: Elaboración propia.

c) Aglomerado de piezas

Se procede a la aglomeración de las piezas de la siguiente forma:

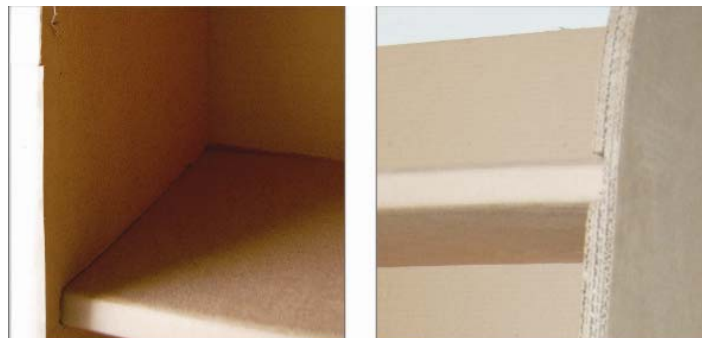
- Esparcir pega (Colbón) en las caras del cartón que van a ser unidas, y juntarlas.
- Poner un peso considerable sobre las piezas unidas con pega para garantizar una perfecta adhesión entre los cartones (ver *Figura 52*).
- Después de un tiempo considerable, corroborar que las piezas estén perfectamente pegadas.



*Figura 52. Aglomerado.
Fuente: Elaboración propia.*

d) Elaboración de rieles y entrepaños. (Llamamos rieles a los canales que se le debe hacer al cartón para sostener los entrepaños.)

- Cortar los rieles a lo largo de la pieza de cartón que sostendrá el entrepaño (ver *Figura 53*).
- Adherir los entrepaños a los rieles con pega (Colbón).



*Figura 53. Elaboración de rieles y entrepaños.
Fuente: Elaboración propia.*

e) Cubrimiento de bordes o cantos

Cubrir los cantos que quedan visibles del cartón corrugado de la siguiente manera:

- Esparcir pega sobre un cartón tipo papel y adherirlo a los cantos haciendo presión y friccionando el papel contra el cartón (ver *Figura 54*).

- Retirar los excesos de papel cartón para dar un acabado prolijo al mueble.



*Figura 54. Cubrimiento de bordes o cantos.
Fuente: Elaboración propia.*

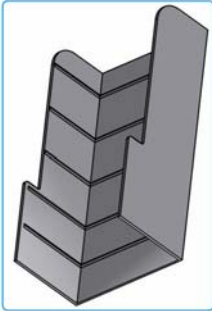
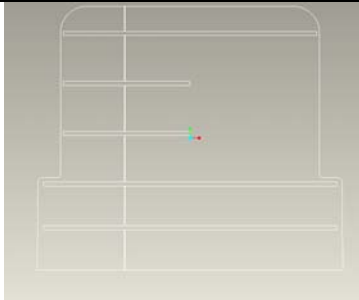
e) Pintura del producto




- Esparcir un sellante con una pistola de pintura sobre la superficie del cartón, que a la vez lo impermeabilizará. Dejar secar (ver *Figura 55*).
- Lijar la superficie del cartón.
- Aplicar la pintura con una brocha para dar un acabado que simule la madera.
- Aplicar laca mate con una pistola de pintura, para que el producto pueda ser limpiado con trapo húmedo tranquilamente.



*Figura 55. Aplicación de sellante y pintura.
Fuente: Elaboración propia.*

Para la elaboración del prototipo se crearon las cartas de producción de cada pieza estas consisten en consignar paso por paso la elaboración de cada parte del mueble, con el fin de estandarizar el proceso de producción y de tener un registro que ayude en las futuras producciones. A continuación se muestra la carta de producción de la estructura del clóset (ver *Tabla 5*), las demás cartas de procesos se pueden encontrar en anexos E.

		CARTA DE PROCESOS					
		<i>Producto</i>					
		<i>Closet</i>					
<i>No. de pieza</i>	<i>Nombre de la pieza</i>	<i>Material</i>	<i>Dimensiones en bruto</i>	<i>Observaciones</i>			
<i>1</i>	<i>Estructura closet</i>	<i>Carton</i>	<i>2000 x 650 x 980mm</i>	<i>Es la estructura principal del producto</i>			
<i>Dibujo de la pieza</i>							
							
<i>Fase No.</i>	<i>Denominación de la fase (etapas de fabricación)</i>	<i>Croquis o descripción del proceso</i>		<i>Maquina</i>	<i>Categoría</i>	<i>Herramientas</i>	<i>TIEMPO</i>
1	Despiece				Técnico		20min
2	Corte	Trazar con un lápiz y una regla según el plano la figura y luego cortar con bisturí y regla el mismo, en caso de quedar bordes con mal acabado, pasar lija suavemente.			Operario	Bisturí Lija Regla lápiz	40 min

3	Aglomerado	 <p>Esparcir pega (Colbón) en las caras del cartón que van a ser unidas, para luego juntarlas.</p> <p>Poner un peso considerable sobre las piezas unidas con pega para garantizar una perfecta adhesión entre los cartones.</p> <p>Después de un tiempo determinado, corroborar que las piezas estén perfectamente pegadas.</p> 		Operario	Pega Peso	30 min
4	Elaboración de rieles y entrepaños	<p>Cortar los rieles a lo largo de la pieza de cartón que sostendrá el entrepaño. Según plano.</p>		Operario	Bisturí Regla Lápiz	30min
5	Cubrimiento de bordes.	<p>Esparcir pega sobre un cartón tipo papel y adherirlo a los cantos haciendo presión y friccionando el papel contra el cartón.</p> <p>Rebabar los excesos de papel cartón para dar un acabado prolijo al mueble.</p> 		Operario	Pega Papel Bisturí	20 min


6	Pintura del producto	<p>Esparcir un sellante con una pistola de pintura sobre la superficie del cartón, que a la vez lo impermeabilizará. Dejar secar.</p> <p>Lijar la superficie del cartón.</p> <p>Aplicar la pintura con una brocha para dar un acabado que simule la madera.</p> <p>Aplicar laca mate con una pistola de pintura, para que el producto pueda ser limpiado con trapo húmedo tranquilamente.</p> 		Operario	Pistola de pintura Compresor Pintura Sellante Laca Lija	120 min
---	----------------------	---	--	----------	--	---------

Tabla 5. Carta de Procesos
Fuente: Universidad Eafit.

3.1.2. Costos del producto

Luego de haber analizado el proceso de desarrollo del prototipo, se realizaron los cálculos del costo total del producto. De esta forma se tomaron en cuenta factores como: La materia prima, el transporte del material, la mano de obra, pintura, tela, espuma, herrajes, entre otros elementos. El resultado del costo total de la línea realizada está alrededor de los \$433.400 pesos colombianos.

En vista del alto precio, se buscaron diferentes alternativas de cartón con propiedades similares y se encontró una nueva posibilidad que consiste en un cartón reutilizado de doble pared, frecuentemente usado para el envío de productos al exterior, que luego de cumplir su función es reciclado o reutilizado. El material conserva sus propiedades mecánicas y la lámina tiene un precio menor al cartón nuevo.

Objeto	Cantidad	Precio material	Costo final (cartón nuevo)	Costo final (Cartón reutilizado)
<i>Carton corrugado doble pared</i>			170000	50000
<i>Pegamento</i>			9000	9000
<i>Pintura</i>	2 litros	11500	23000	23000
<i>laca mate</i>	1 litro	9000	9000	9000
<i>Sellante</i>	1litro	9000	9000	9000
<i>Papel grueso</i>			6000	6000
<i>Bisagras</i>	4 unidades	2000	8000	8000
<i>sistema push</i>	2 unidades	1000	2000	2000
<i>Thinner</i>	5 litros		10000	10000
<i>Espuma</i>			87400	87400
<i>Tela</i>	4 metros	12500	30000	30000
Costos materiales producto			363400	243400
<i>M.O.</i>			50000	50000
<i>Transporte</i>	1	20000	20000	20000
Costo total producto			433400	313400

Tabla 6. Tabla de costos del proyecto.

Con la adquisición de este material, los costos de la línea de muebles se reducen y darían un total de \$313.400 pesos colombianos (ver *Tabla 6*). Lo cual es un precio más asequible y coherente con el objetivo por el cual fue planteado el proyecto.

Con una producción industrial de esta línea de muebles, a un tamaño estándar y en cantidades considerables, se puede reducir sensiblemente el costo final y de esta forma constituirse en una real alternativa para el mercado, en crecimiento, de las familias que habitan viviendas de interés social.

3.2. Pruebas finales

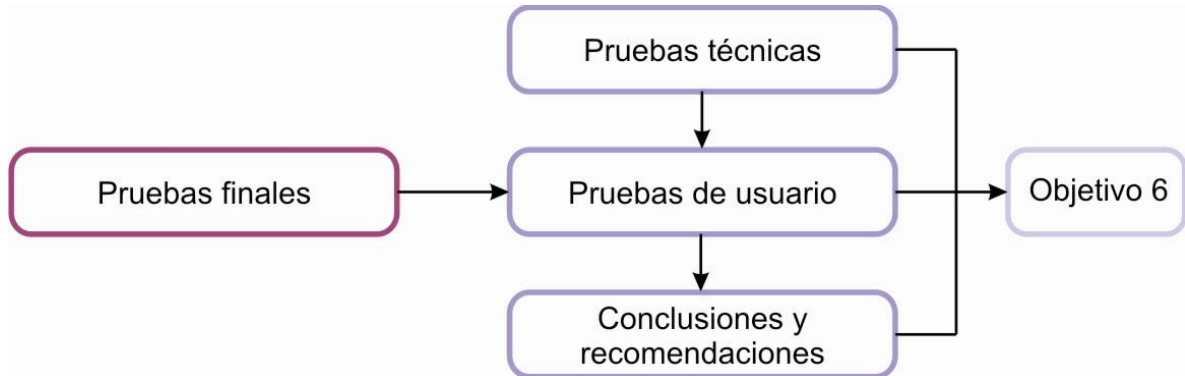


Figura 56. Fase de pruebas finales.
Fuente: Elaboración propia.

Pruebas técnicas

Pruebas físicas realizadas al material, que sirven para medir la resistencia y el comportamiento que éste tiene frente a los diferentes trabajos que será sometido en su vida útil.

Pruebas de usuario

Prueba realizada en la vivienda, donde el usuario interactúa con el producto durante un periodo de tiempo establecido, esto con el fin de observar y analizar el comportamiento del prototipo en la vivienda y la interacción del usuario con el producto

3.2.1. Pruebas Técnicas

3.2.1.1 Prueba de resistencia a la compresión vertical (R.C.V)

Una de las incógnitas que surgieron después de la creación del producto, fue cuán resistente seguiría siendo el cartón corrugado con la aplicación del sellante, la capa de pintura y la laca en los liners exteriores.

Se decidió entonces realizar una prueba que evaluara los cambios y la seleccionada fue la que comúnmente se utiliza en las cajas de cartón corrugado, para medir la resistencia a la compresión vertical R.C.V. que “mide

de la resistencia del cartón corrugado a una fuerza de compresión, aplicada en dirección paralela a la corrugación (ver *Figura 57*) y bajo las condiciones establecidas en las NTC 973²⁰, NTC 4183²¹ o NTC 5272^{22y23}.

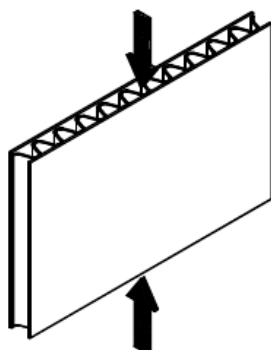


Figura 57. Resistencia a la compresión vertical (Edge Crush Test)
Fuente: Norma técnica NTC 452

Se determinó seleccionar dos muestras diferentes para ser comparadas y analizadas:

- *Muestra sin impresión:* Lámina de cartón corrugado de doble pared, con un peso básico de 1024g. Correspondiente a la designación 1130 (ver *Tabla 2*), sin ningún tipo de pintura ni sellante.
- *Muestra con impresión:* Lámina de cartón corrugada de doble pared, con una aplicación de sellante y luego una capa de pintura en ambas caras de la muestra. Con un peso básico de 1076 g. Correspondiente a la designación 1300.

De cada una de las muestras anteriores, teniendo como base los parámetros especificados en la norma mencionada, se cortaron cinco trozos más pequeños

²⁰ NTC 973, Productos de papel y cartón. Método para determinar la resistencia a la compresión vertical del cartón corrugado (Prueba de columna corta). (TAPPI T811)

²¹ NTC4183, Productos de papel y cartón. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión vertical del cartón corrugado utilizando probetas en forma de cuello. (TAPPI T838)

²² NTC5272, Resistencia a la compresión vertical del cartón corrugado usando el método de mordaza (Prueba de columna corta). (TAPPI T838)

²³ Tomado de la Norma Técnica Colombiana NTC452 (Sexta actualización), cajas de cartón corrugado.

que posteriormente fueron sometidos a compresión vertical. De esta prueba se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 7):

MUESTRA SIN IMPRESIÓN		MUESTRA CON IMPRESIÓN		
R.C.V (Kgf/cm)	CALIBRE(mm)	R.C.V (Kgf/cm)	CALIBRE (mm)	
13.66	6.70	15.85	6.73	
14.14	6.59	15.66	6.79	
14.31	6.58	15.11	6.69	
14.47	6.63	15.12	6.76	
14.56	6.6	15.48	6.72	
14.23	6.62	15.44	6.74	PROM

*PROM: Promedio

Tabla 7. Resultados de la pruebas R.C.V a muestra impresa y sin impresión.
Fuente: Análisis de laboratorio, Papelsa.

De acuerdo con estos resultados, se puede concluir que la muestra impresa o pintada presenta mejores propiedades que la lámina no impresa. Esto se debe a que al pintar la muestra primero con un sellante y luego con pintura, se crea una película que le da más rigidez al material; de esta forma, cuando se seca la pintura, la lámina adquiere un mayor peso y adquiere propiedades que la hacen más resistente a la compresión vertical.

Esto demuestra que la pintura no sólo sirve para proteger el mueble de la humedad y los rayos ultravioletas, sino también para darle un buen acabado estético, que la gente no lo perciba como algo desechable y que ayuda a darle resistencia y rigidez al material.

3.2.1.2. Pruebas de compresión a probetas de estructuras.

Con esta prueba se analiza la resistencia a la compresión de las dos estructuras más importantes de la línea de muebles, la estructura de la cama auxiliar y la de la cama-sofá, que estarán sometidas a constantes esfuerzos por parte de las personas.



Figura 58. Montaje de pruebas de compresión, Universidad Eafit

Las pruebas realizadas en el taller de la Universidad EAFIT arrojaron los siguientes resultados, basados en la fórmula: kN dividido la Gravedad de la ciudad de Medellín $(9,764\text{mt/s}^2)^{24} = \text{Kg}$. De la capacidad de la estructura realizada en cartón.

$$(\text{Kg.mt/s}^2) / (\text{mt/s}^2)$$

Prueba 1: La prueba fue realizada en probeta de 300x300x300mm, que representa la estructura plegable de la cama auxiliar, ubicada al interior del closet (*Figura 59*).

²⁴ <http://pegasus.udea.edu.co/~dbetan/tesis/cinedi.html>

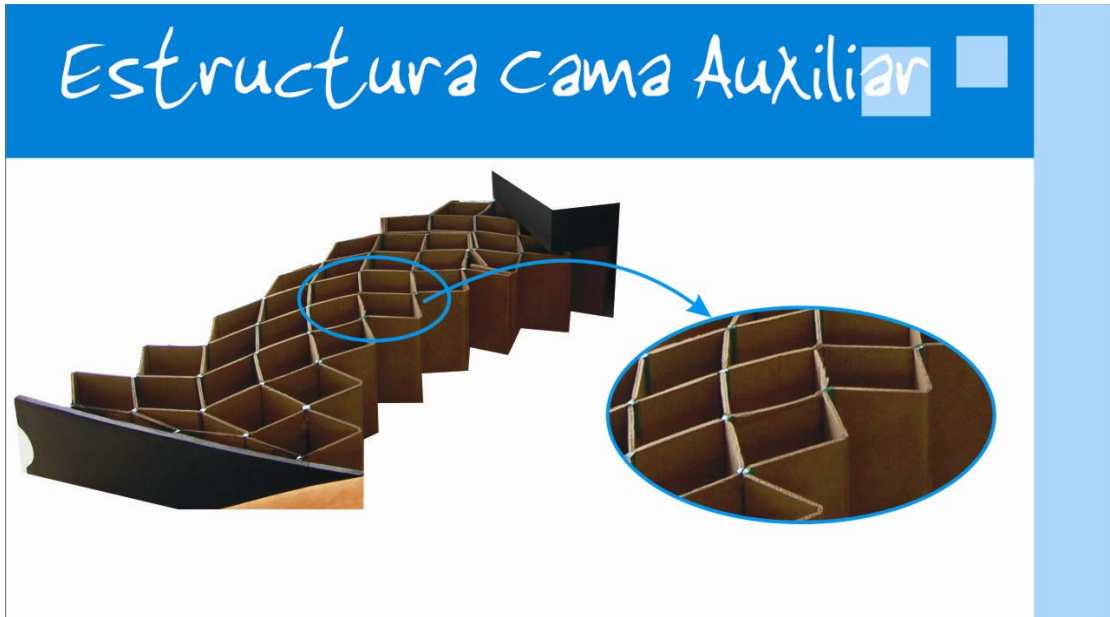


Figura 59. Estructura, cama auxiliar.
Fuente: Elaboración propia.

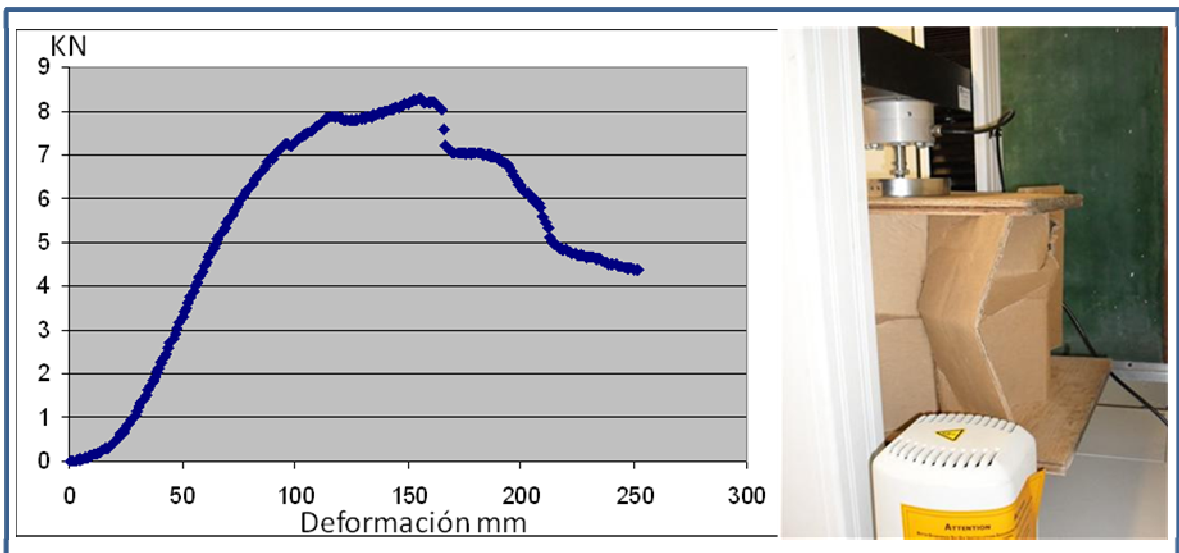


Figura 60. Tabla de deformación vs Fuerza y fotografía de la prueba 1.
Fuente: Laboratorio de pruebas, Universidad Eafit.

La prueba se realizó con una velocidad de 10mm/seg, tiempo normal en que una persona se sienta o se acuesta. La Figura 60. *Tabla de deformación vs Fuerza y fotografía de la prueba* demuestra claramente la deformación del material a medida que se aumentan los kN empleados para esta prueba (resultado de pruebas en Anexo F). Su tope máximo fue de 8,282 kN, que dividido por la gravedad de Medellín nos da un resultado de 848,3Kg.

Se puede concluir entonces que la estructura es capaz de resistir un peso máximo de 848,3Kg, peso que excede el rango que una persona humana podría proporcionar con su peso.

Prueba 2: Para la segunda prueba se empleó una probeta con iguales características que la anterior (mismas medidas y misma estructura) y sólo varió la velocidad de avance que fue de 30mm/seg.

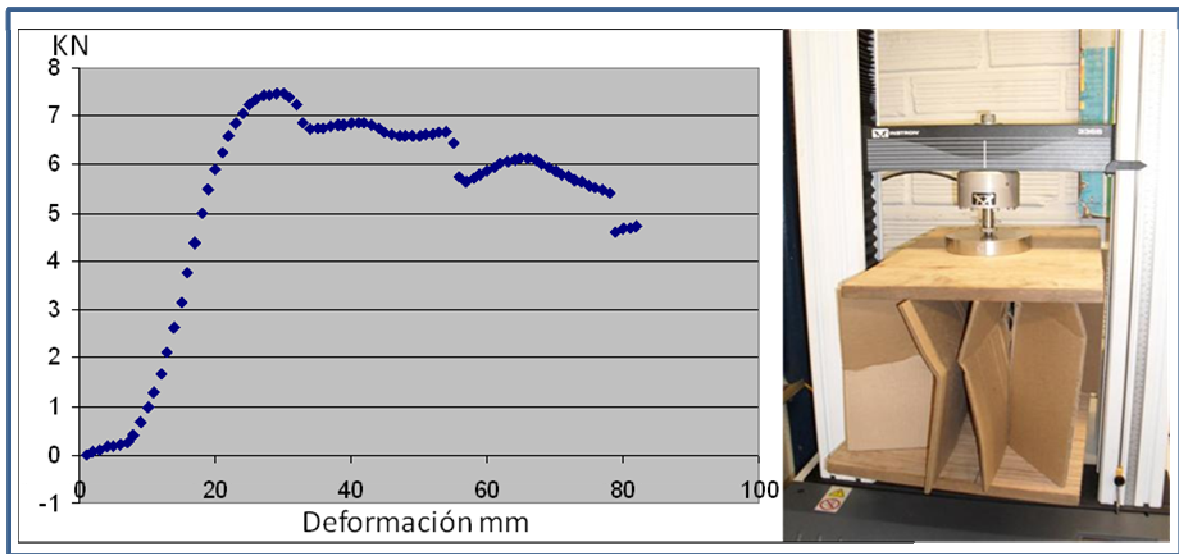


Figura 61. Tabla de deformación vs Fuerza y fotografía de la prueba 2.
Fuente: Laboratorio de pruebas, Universidad Eafit.

El resultado obtenido es la falla del material en un tiempo más corto, y su resistencia baja un poco, tal como lo muestra la *Figura 61*. Esta probeta llegó a 7,434 kN como se puede ver en la anterior grafica, que también es un rango muy alto para lo requerido por el producto. Después de dividir el resultado anterior por la gravedad de Medellín, el resultado es que puede soportar un peso de 761,4Kg.

Prueba 3: Para esta prueba se empleó una probeta igual a las anteriores, pero con 400mm de altura, que fue expuesta a una velocidad de 15mm/seg. Esta probeta representa la estructura usada para la cama-sofá (*Figura 62*).

Estructura cama - sofá

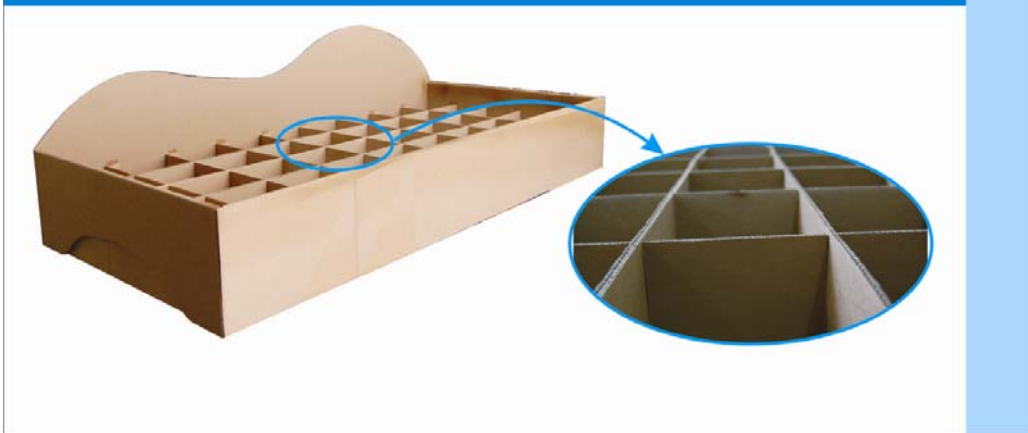


Figura 62. Estructura cama-sofá.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 63. Fallo en prueba de compresión, prueba 3.

El resultado obtenido demuestra que el producto está en capacidad de soportar un peso de 560,3 Kg. teniendo en cuenta que la probeta resistió 5.47 kN. Después de dividir el resultado anterior por la gravedad de Medellín.

Prueba 4: La probeta usada para la cuarta prueba mide 300 x 300 x 300mm, y fue expuesta a una velocidad de 15mm/seg.



Figura 64. Fallo en la prueba de compresión, prueba 4.

Se encontró que la probeta resistió 6,02 kN. Después de dividir el resultado anterior por la gravedad de Medellín, el resultado es que puede soportar un peso de 616,6 Kg.

NOTA: Las pruebas 3 y 4 se realizaron con estructura de rectángulos (*Figura 63* y *Figura 64*), pero no cumplieron las expectativas, pues se esperaba que ésta fuera más resistente a la estructura plegable.

3.2.2 Pruebas de Usuario

Estas pruebas son hechas para observar la reacción e interacción que tiene el usuario con el producto y medir de una forma cualitativa y cuantitativa, el grado de aceptación que la línea tiene dentro de los hogares seleccionados.

Las pruebas se realizaron en el barrio La Aurora de Medellín. Los muebles fueron ubicados en una de las viviendas, donde los grupos familiares seleccionadas llegaron por turnos y tuvieron la oportunidad de conocer, interactuar y evaluar los prototipos.



Figura 65. Usuario Vs Producto.
Fuente: Elaboración propia.

La línea estuvo bajo observación y uso, por parte de los habitantes de la vivienda seleccionada (ver *Figura 65*), durante una semana, con el fin de que realizaran sus actividades cotidianas haciendo uso de los muebles y así poder verificar que efectivamente son productos prácticos, que cumplen con las funciones para las cuales fueron diseñados y que estéticamente se ven agradables.

3.2.2.1. Entrevista

Luego de la semana de prueba se hicieron 4 entrevistas a igual número de grupos familiares del barrio La Aurora que interactuaron con el producto, con el fin de captar sus percepciones sobre la comodidad, funcionalidad y tamaño de los muebles respecto a sus posibilidades de soporte, almacenamiento, descanso, limpieza y movimiento.

Todas las preguntas formuladas obtuvieron promedios de calificación por encima de 4, en una escala de 1 a 5.

Respecto a su desempeño, el mayor puntaje se obtuvo por la funcionalidad que le encuentran a los productos; relacionan la facilidad para su manipulación, con el tamaño de los muebles; la principal función que le encuentran es el descanso; el tamaño es la característica más relevante, cuando se indaga por su facilidad de almacenamiento; se obtuvieron puntajes promedio equivalentes a la hora de evaluar la comodidad, funcionalidad y tamaño para limpiarlos; y, finalmente, identificaron el tamaño y la comodidad, como las principales características que facilitan su desplazamiento.

A todos los grupos familiares encuestados les pareció fácil interactuar con los productos y para todos es clara la función que desempeña cada uno de sus componentes.

Les gustó su apariencia, les pareció práctico, encontraron diferencias favorables frente a los productos tradicionales, les pareció fácil de adaptar a los espacios disponibles y estuvieron de acuerdo con el precio sugerido.

El formato que sirvió para la realización de las entrevistas y el detalle de los resultados de su aplicación, puede observarse en el anexo G

La realización de la prueba permitió, así mismo, sacar otras conclusiones:

- Los muebles, al ser livianos, son fáciles de cargar y transportar. Entre 2 personas se subieron por las escaleras hasta el tercer piso el edificio, donde estaba ubicada la vivienda seleccionada para la prueba.
- Dentro de la vivienda, los muebles se ubicaron en diferentes sitios (ver *Figura 65* y *Figura 66*), y no dificultaron el desplazamiento de las personas por el lugar.

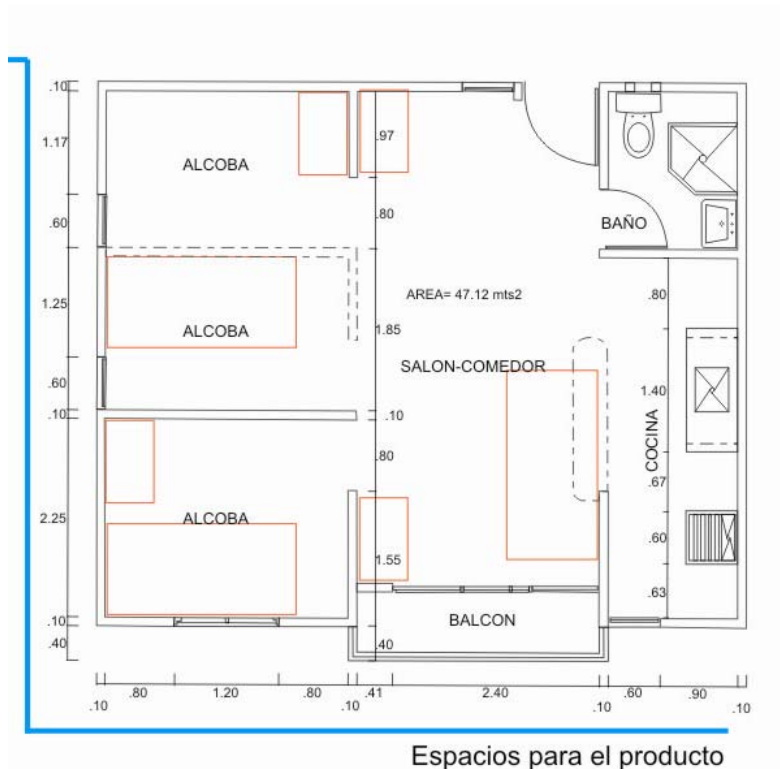


Figura 66. Distribución del producto en la vivienda de interés social.
Fuente: Elaboración propia.

- La cama auxiliar plegable, que sale del closet, fue utilizada como cama, como sofá, como mesa de juego y como sitio para poner la ropa, antes de acomodarla en el clóset.
- El espacio destinado para almacenar objetos en el clóset es de muy buena capacidad, se lograron ubicar camisas, pantalones, zapatos y libros, todos en el mismo lugar.
- Algunas personas que tienen suficientes camas, manifestaron que cambiarían la cama auxiliar plegable, del closet, por otro cajón, para guardar la gran cantidad de elementos que tienen en la casa. Otras personas, por el contrario, creen que la cama plegable es una solución muy buena porque muchas veces tienen que dormir 3 personas en una misma cama, además que sirve para tener donde sentar las personas cuando hacen visita y así no tenerlas de pie todo el tiempo.

- Actividades domésticas diarias como barrer, trapear, sacudir, dormir, entre otras, son muy fáciles de realizar cuando la dotación de mobiliario se hace con estos productos, ya que son livianos, fáciles de mover y alzar.
- Al clóset lo hace muy atractivo el tener un elemento funcional como la cama auxiliar plegable, gracias a los diferentes usos que le pueden dar y al no estar limitado sólo para dormir.
- La cama-sofá, al ser tan liviana, se puede ubicar muy fácil en diferentes sitios del cuarto o la sala-comedor, además es muy cómodo barrer y trapear debajo de esta.
- A las personas se les dificulta entender para qué sirve o cómo podrían utilizar la cama auxiliar. Es preciso explicarles y hacerles una demostración de sus funciones. Para los demás elementos, como cajones, puertas y demás, es muy clara su manipulación y todos supieron utilizarlos.
- Es importante hacer un manual de usuario y recomendaciones de uso para evitar que por desconocimiento no utilicen adecuadamente los productos o los maltraten por no conocer las precauciones que se debe tener al manipularlos. A continuación, se presenta una propuesta que se incluirá en todos los productos (*Figura 67 y Figura 68*):



Figura 67. Recomendaciones de cuidado y uso.
Fuente: Elaboración propia.

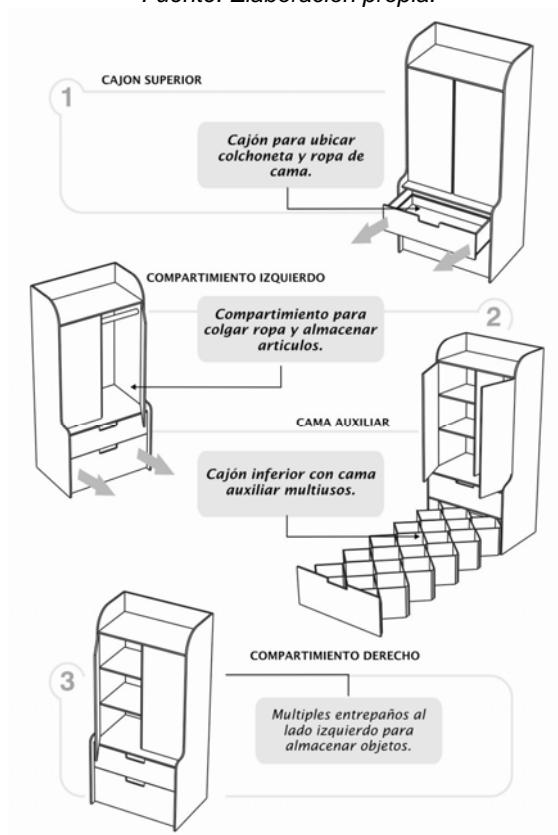


Figura 68. Recomendaciones para el uso del closet.
Fuente: Elaboración propia.

- El diseño y los colores utilizados tuvieron una muy buena acogida. En algunos casos se recomendó pintar con un color mas claro los muebles.
- Las aplicaciones gráficas pueden influir negativamente a la hora de comprar el producto. Por otra parte se recomendó poner un espejo en una de las puertas, como posible complemento del closet.
- Las personas están dispuestas a pagar entre \$350.000 y \$500.000 para adquirir la línea, siempre y cuando se les den facilidades de pago, a través de cuotas mensuales.

3.2.2.2. Ergonomía del producto

El importante vínculo que existe entre el humano y sus productos, en cuanto a las dimensiones, es indispensable para la comodidad. Lo importante para el diseñador es tener en cuenta las holguras admisibles en el clóset y en la cama-sofá, las cuales varían dependiendo del estilo de vida. Por lo tanto, como se puede ver en la *Figura 69. Ergonomía del producto.*, el usuario interactúa de manera muy cómoda y natural con un producto de estas dimensiones.



*Figura 69. Ergonomía del producto.
Fuente: Elaboración propia.*

CAPITULO 4. CONCLUSIONES

Prototipo

- Las pruebas de usuario arrojaron resultados muy satisfactorios, dejando claro que el producto es de su total agrado por su diseño, tamaño, costo, y la versatilidad del material empleado.
- Las pruebas de resistencia y compresión evidenciaron que los productos pueden soportar cargas superiores al peso promedio de una persona.
- El tamaño y diseño de los productos facilita su acomodación en espacios reducidos, como los de una vivienda de interés social, permitiendo incluso su almacenamiento, para no afectar la movilidad de sus habitantes.
- El precio del producto en el mercado sería muy competitivo frente al de sus competidores directos, además que brindaría servicios extras que los productos actuales no ofrecen.
- El material empleado, además de ser un aporte a la producción sostenible, reduce su peso en comparación con los productos tradicionales, lo cual facilita su transporte.

Metodología

- El planteamiento de una metodología para la elaboración de este tipo de proyecto es esencial, ya que permite identificar cada fase del proceso de diseño y las actividades a realizar dentro de éstas. Para este proyecto fue utilizada una metodología propia basada en los autores Ulrich y Eppinger y Pahl y Beitz.
- El proceso de investigación es básico para desarrollar un producto que satisfaga las necesidades de los usuarios y el contexto seleccionado..

Además los requerimientos, que salen de esta investigación, son las pautas a seguir durante el resto del proceso del proyecto.

- Tener conocimiento de los productos de la competencia y lo que actualmente está ofreciendo el mercado, proporciona información para crear propuestas más competitivas y exitosas para el público seleccionado.
- Los métodos de observación, entrevistas y trabajos de campo, permiten identificar necesidades, intangibles y tangibles del usuario y el contexto, que proporcionan una información valiosa para el desarrollo de un producto con buen enfoque.
- El uso de programas CAD/CAE y de diseño 2D, facilitan la elaboración de la propuesta de una manera virtual y así analizar dimensiones, formas, colores y texturas.
- La realización de pruebas de usuario permite la evaluación del prototipo a través del usuario final, de esta forma se conocen las ventajas y desventajas que el producto presenta.

CAPITULO 5. BIBLIOGRAFIA

Libros y publicaciones

ULRICH, Karl y EPPINGER, Steven. Diseño y desarrollo de productos: Enfoque multidisciplinario. Tercera edición. México, D.F.: Mc Graw Hill, 2005. ISBN 970-10-4793-1.

MC DANIEL, Carl y GATES, Roger. Investigación de mercados contemporánea. Cuarta edición. México, DF. International Thompson Editores, 1999. ISBN 968-7529-57-1.

TILLEY, Alvin. R. The measure of man and woman. Jhon Wiley and Sons. United States of America, New York, 2002. ISBN 0-471-09955-4.

MEDELLIN COMO VAMOS, Informe de calidad de vida de Medellín 2008, 2008, p.18-20.

ALCALDIA DE MEDELLIN 2004 I 2007, Del miedo a la esperanza, 2007, P.136-137

ALCALDIA DE MEDELLIN, Encuesta calidad de vida Medellín 2006, 2007, P.45, 81, 114.

NORMA TECNICA COLOMBIANA, NTC 452 (Sexta edición), Cajas de cartón corrugado. Especificaciones.

NORMA TECNICA COLOMBIANA, NTC 973, Productos de papel y cartón. Método para determinar la resistencia a la compresión vertical del cartón corrugado (Prueba de columna corta). (TAPPI T811)

Documentos

HERNÁNDEZ, María Cristina. Product Design Specifications: PDS. Ingeniería de Diseño de Producto – EAFIT. Archivo P3.

PAPELSA, papeles y cartones S.A. Cajas de cartón corrugado. Edición 5. Junio 2009

Recursos en línea

CARTON DE COLOMBIA, El papel de SKCC en el reciclaje.
<www.smurfitkappa.com.co/DropdownMenu/Products/Resources/Recycling/>
Visita Mayo 1, 2009.

EMPAQUES DE COLON S.A (ECSA)

<http://www.ecsabox.com/principios_del_carton.pdf> visita Agosto 2009.

CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL. Normas técnicas sobre la utilización del cartón corrugado.

<<http://www.intracen.org/Tdc/Export%20packaging/EPN/Spanish/epn13s.pdf>>

Visita Agosto 2009.

ALCALDIA DE MEDELLIN

<<http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/datosEstadisticos/obj/pdf/03-1%20Poblacion%20ECV%202004.pdf>> visita Octubre 2009.

Entrevistas y Encuestas

Entrevista realizada el 20 de Marzo, 2009 al gerente general de D'cartón, Giovanni Correa Correa.

Entrevista realizada el 29 de Abril de 2009, al concejal Esteban Escobar.

Encuesta realizada el 13 de Junio de 2009, Vivienda de interés social, en el barrio la Aurora, Medellín.

Programas

Rhinoceros 4.0

CorelDRAW X3

ProEngineer Wildfire 4.0

Inventor 2010

ANEXOS

Todos los anexos están consignados en el CD adjunto. A este documento.