



DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

EE³

Mobiliario de cartón diseñado para ser fabricado bajo los sistemas de producción de cajas de cartón.

Francisca Paz Neira Ribes

Profesor Guía: Tomás de Iruarrizaga

Escuela de Diseño

Facultad Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos

Pontificia Universidad Católica de Chile

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador.

15 de Diciembre, 2016

Santiago, Chile

Índice

Introducción	4	Ley 20.920	34	Simulación instrucciones	66
La influencia del material en su forma	4	Desafíos para el Diseño	34	Desempeño y resistencia	68
El Cartón	7	Formulación Proyecto	37	Agradecimientos	74
Unidad Básica	7	EE ³	37	Bibliografía	75
Clasificación	8	Definición de usuario	38		
Ciclo de vida	12	Proceso de Diseño	41		
Formas de trabajo por su naturaleza	14	Prototipos y exploración formal	41		
Propiedades básicas	14	P1	42		
Corte como acción primera	15	E0	44		
Pliegue como exploración espacial	16	EE1	46		
Unión como medio y fin	17	EE2	48		
Hecho en Chile	21	EE3	50		
CMPC	21	Modelo Final	53		
Papeles Cordillera	22	Visualización	53		
Envases Impresos Roble Alto	24	Características	54		
De cajas a mobiliario	30	Presentación y almacenamiento	57		
Antecedentes y Referentes	32	Pasos de armado	58		
Tendencia: Foldig Furniture	32	Forma de uso	65		

Introducción

LA INFLUENCIA DEL MATERIAL EN LA FORMA

Es común que desde el inicio de la filosofía, los grandes maestros como Aristóteles iniciaban su cuestionamiento de grandes temas a partir de las situaciones y objetos más cotidianos; haciendo referencia a ellos como la Cosa que existe, que es algo, y ese ser se denomina sustancia que está determinada por los accidentes que se expresan en ella.

La sustancia justifica su existencia en sí misma, en lo que hoy podríamos denominar su esencia; mientras que los accidentes no son por sí mismos sino que existen mientras se manifiesten en la sustancia. Para ejemplificar lo anterior se utilizará como ejemplo a la Silla Wiggle Side Chair¹, para la cual su esencia y su existencia se basan con el concepto de silla; independiente de no concordar con la descripción tradicional de éstas: un asiento, cuatro patas y un respaldo. Lo anteriormente mencionado corresponden a los accidentes de la sustancia silla, siendo en la Wiggle la cantidad de curvas, su altura, extensión, color,

textura, olor, dureza, etcétera...

A esta dimensión conceptual sustancia-accidente se le puede distinguir un ámbito matérico-formal, en el cual se identifica a la materia como aquellos elementos que componen la cosa y la forma como es el principio inmaterial que organiza la materia que hace que sea eso y no lo otro.

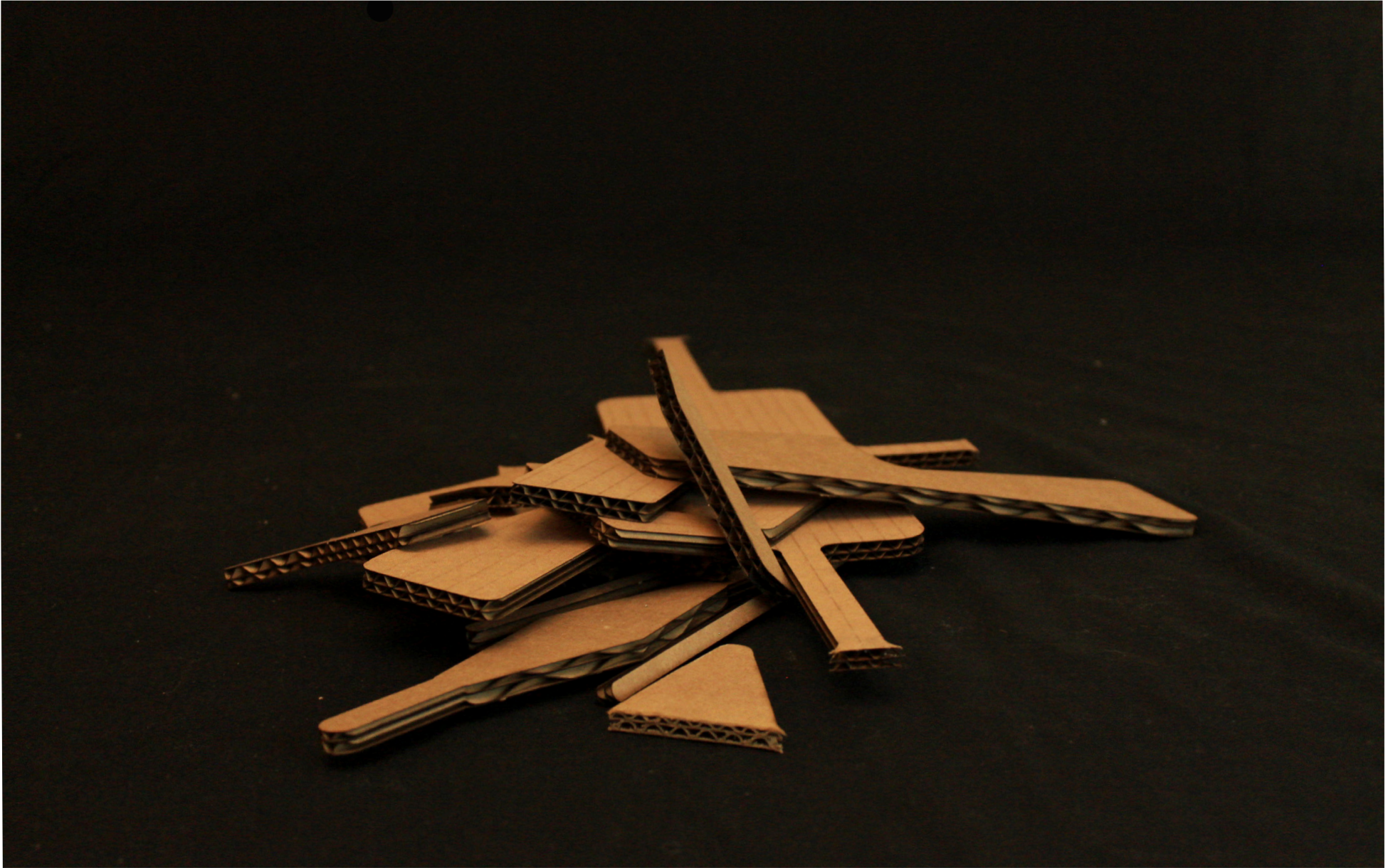
Es propio de este mundo que las cosas sean; pero también lo es que cambien y modifiquen tanto su aspecto accidental, como sería cambio de color, calidad y cantidad, como su aspecto sustancial donde su esencia cambia para dar paso a otra, por lo que para poder mutar se necesita un motor de cambio para que se produzca la transformación de las cosas. Esto se traduce en lo que las cosas son actualmente y pueden llegar a ser, un ser en potencia. Para todo aquél que sea un creador-inventor, los materiales son en potencia la sustancia resultante del diseño de éste.



Wiggle Chair 1969-73 por Frank Gehry, NY

El arquitecto Gottfried Semper en su libro El Estilo², expone un completo análisis de cómo los materiales influyen en su forma a través de sus propiedades en su forma, mediante el estudio de la evolución del uso de elementos y materiales de construcción arquitectónicos clásicos conforme se presentan avances tecnológicos de producción y obtención de éstos. Lo anterior quiere decir que la primera característica encontrada en un material determina para qué será utilizado, cambiando de acuerdo a los procesos de producción y transformación de este mismo influidos por una civilización cada vez más exigente. Así, lo primordial y natural de un material se transforma de acuerdo al principio técnico de creación que influye en el estilo de su forma. Entendiendo como estilo “palabra que no significa más que la manifestación, elevada a la relevancia artística, del tema básico y todos los coeficientes internos y externos que actuaron como modificadores en la materialización del mismo en una obra de arte³”.

De esta manera se puede deducir que el conocimiento acabado respecto a la creación, fabricación y propiedades de una materia prima, permite alcanzar una mayor gama de potenciales formas tanto a nivel de materiales históricamente nobles como el mármol, como también a nivel del común cartón corrugado. Es así, como a continuación, se presenta una investigación introductoria para que el lector pueda comprender de mejor manera las decisiones tomadas a lo largo del desarrollo y evolución del proyecto EE³.



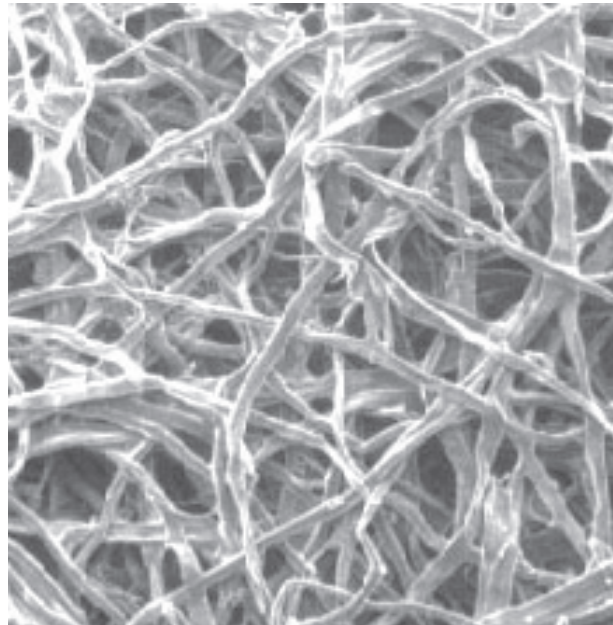
El Cartón

UNIDAD BÁSICA

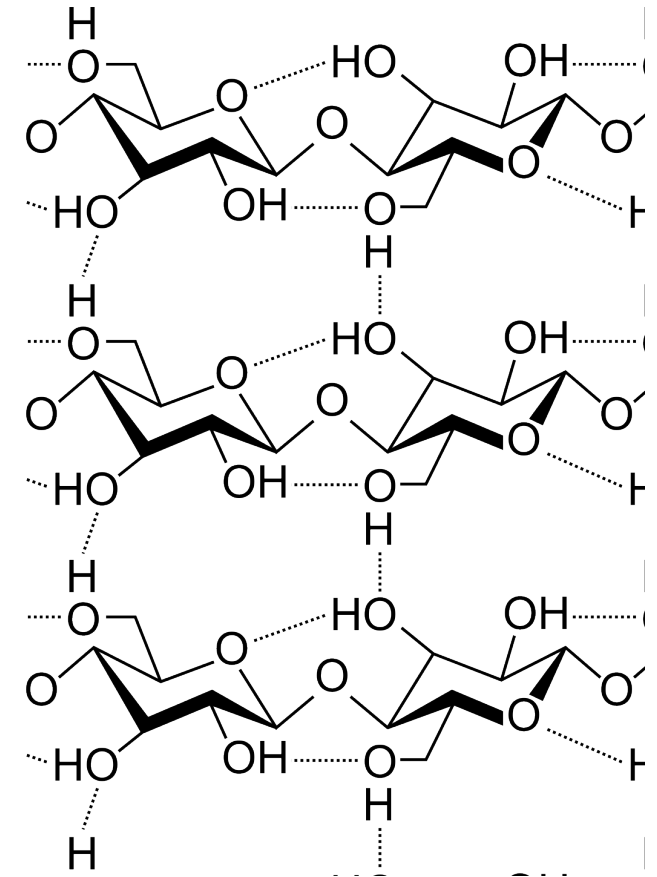
La unidad elemental y constituyente del cartón es la fibra de celulosa. Este biopolímero está constituido exclusivamente de moléculas β -glucosa unidas por enlaces β -1,4-O-glucosídicos. Cuando se encuentran varias cadenas juntas se forman puentes de hidrógeno entre ellas, lo que permite formar la pared celular vegetal insoluble al agua. Su obtención es la resultante de la descomposición mecánica de la madera, generando una pasta de fibras molidas y suspendidas en agua que llamaremos pulpa o pulpa de celulosa.

Al ser un compuesto resultante de la degradación de la madera, al extraerse el agua, la pulpa hereda propiedades similares a este material y puede moldearse en distintos formatos. Entre ellas predominan:

- Alta resistencia a la temperatura ambiental de -40° a 120°C
- Alta inflamabilidad
- Insoluble en agua



Fibras de celulosa vírgenes fotografiadas bajo el microscopio



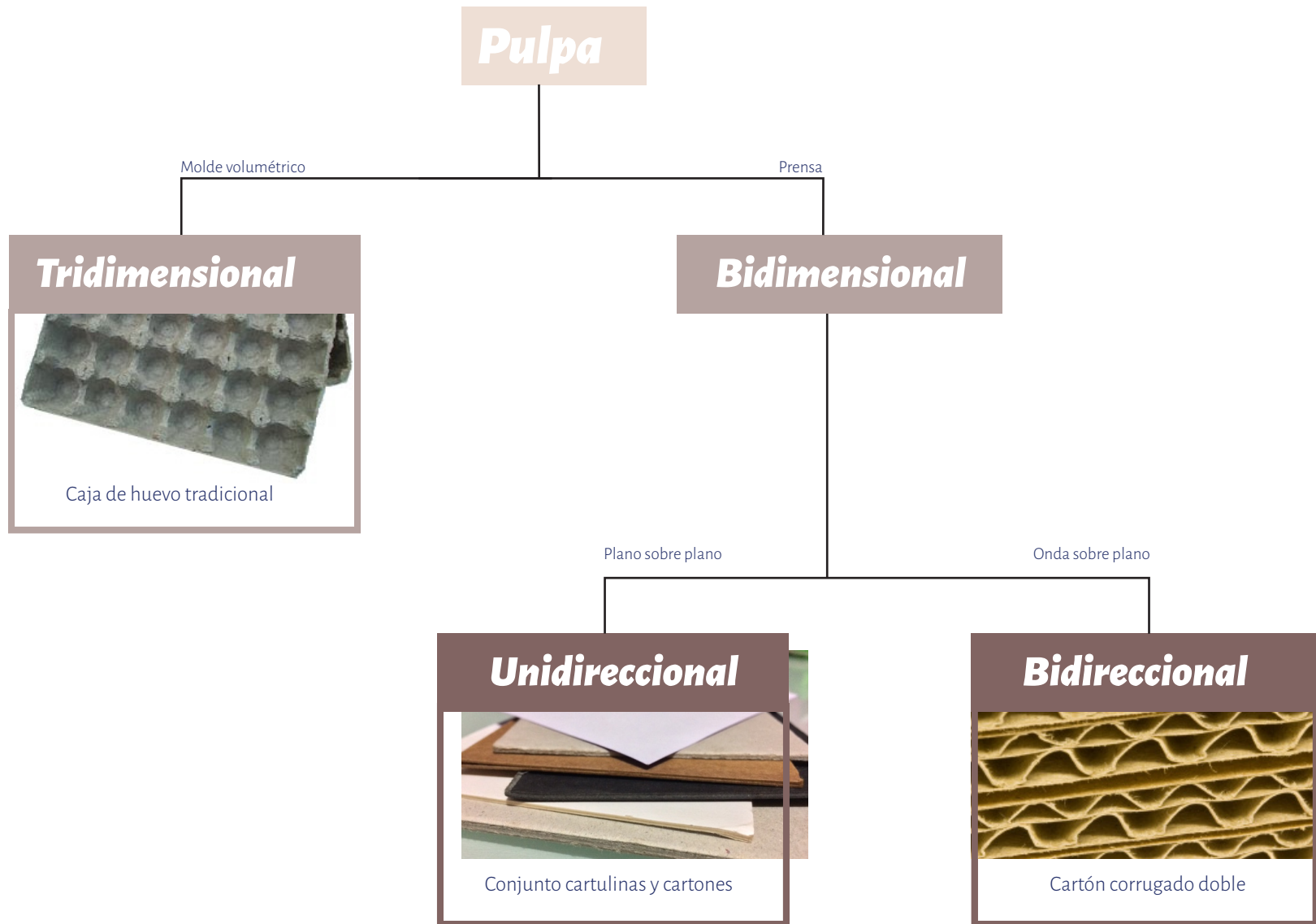
Cadenas de fibras de celulosa unidas por puentes de Hidrógeno en representación tridimensional

El Cartón

CLASIFICACIÓN

Los productos resultantes del tratamiento de la pulpa se clasifican de acuerdo a su gramaje por metro cuadrado según la normativa ISO 536:2012. Sin embargo, se realizará un nuevo análisis de acuerdo a la orientación de las fibras respecto al plano cartesiano; ya que su variación otorga distintas propiedades dependiendo del formato de presentación. De este modo se estudiarán los cartones de orientación tridimensional y bidimensional, siendo éste último compuesto por cartones unidireccionales y bidireccionales. Para efectos de esta investigación, se realizará una profundización en los cartones bidimensionales bidireccionales.

Los cartones unidireccionales son comúnmente llamados cartulinas y cartones de una sola capa como: el cartón piedra, negro, madera, etcétera. Los cartones bidireccionales corresponden a los corrugados y panal. Para efectos de esta investigación, se realizará una profundización en los cartones bidimensionales bidireccionales.



El Cartón

CLASIFICACIÓN

Tridimensional

Este tipo de producto se aleja de la expresión laminar comúnmente conocida del cartón ya que se trabaja con la pulpa, a la cual se le dan formas de doble curvatura por medio de la presión entre moldes y secado por calor, proceso denominado Molded Pulp. La doble curvatura otorgada por la tridimensionalidad de los moldes permite realizar estructuras reforzadas para recibir peso, tracción y ser transportados.

Hoy en día se utilizan fabrican, mayoritariamente, productos de vida corta como soportes para elementos delicados como los huevos, para transportar elementos con alta frecuencia de uso y desecho como vasos para líquidos, bandejas de alimentos, protectores de equipos electrónicos, entre otros. Sin embargo, la libertad formal ha dado pie para un nuevo tipo de productos en otras áreas alejadas del embalaje.



The hemp chair diseñada por Studio Aisslinger el año 2011, apoyados por BASF



Luminaria Trash Me diseñada por Victor Vetterlein en Dinamarca

Unidireccional

Nace de la exploración de las cualidades del papel con la finalidad de aportar mayor resistencia a esfuerzos mecánicos, como la manipulación, roce, tracción y compresión. Esto se produce a raíz de los traslados de mercancía a través de grandes distancias donde el papel deja de ser suficiente como protección; de esta manera el primer cambio formal que adquiere el material es un aumento en su espesor.

Bidireccional

Se genera por la exploración del aumento de la resistencia por medio de la aplicación de ondas a escala reducida. En esencia, la fortaleza del papel corrugado está por la creación de ondas a lo largo de la lámina, que responden al mismo principio de resistencia y distribución de fuerza que los arcos en las construcciones arquitectónicas.

La expresión mínima de esta categoría consta de una superposición de tres capas esenciales: un cartón unidireccional de bajo gramaje o papel llamado **Liner**, uno ondulado o **Flute**, y un Liner final pegados entre sí con un adhesivo a base de agua o cola.

En esta categoría también se encuentra el cartón panel, el cual reemplaza al Flute por una malla de hexágonos regulares, formados por cintas de cartón de bajo gramaje unidas con cola, lo que permite una gran resistencia a la compresión en el plano horizontal.

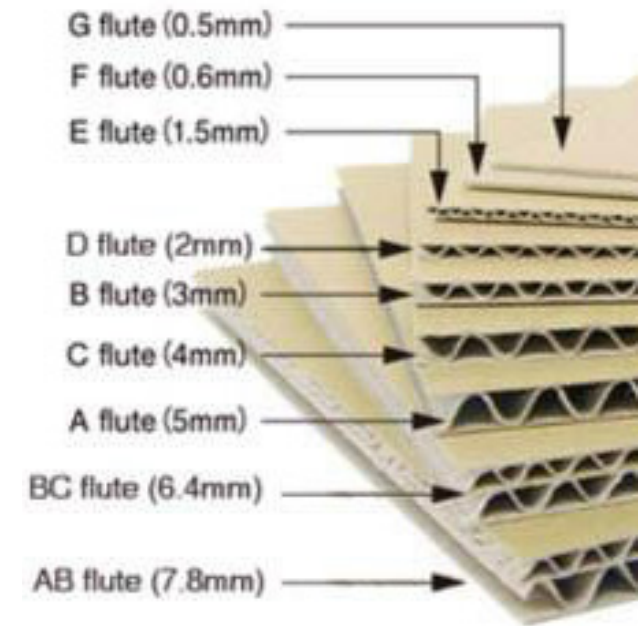


Diagrama de escalas según el ancho del Flute



Interior hexagonal del cartón Panel

El Cartón

CICLO DE VIDA



El ciclo de uso y desuso de los productos de cartón corresponde a uno de naturaleza abierta. Esta peculiaridad ocurre al utilizar fibras de celulosa que son insolubles al agua, por lo que los desechos o productos que ya no se utilicen sirven como materia prima para producciones futuras de nuevos productos de cartón.

Formas de Trabajo por su Naturaleza

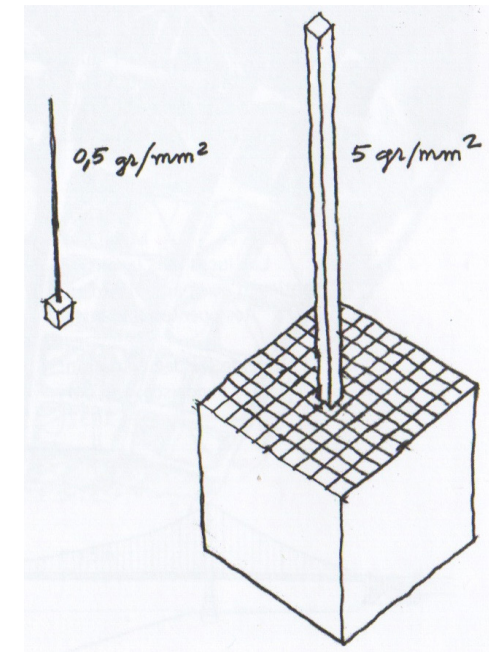
PROPIEDADES BÁSICAS

Como característica general de los cartones, nos encontramos con que las capas exteriores de los formatos del material funcionan como membranas de resistencia y contención. Si por alguna razón éstas se ven fracturadas o rasgadas en el proceso de fabricación de un producto, la eficacia y resistencia se pueden ver comprometidas. Además, responden por su forma a un material de comportamiento laminar. Esto quiere decir que independiente de su formato en planchas, pliegos o rollos, una fuerza aplicada por sus caras paralelas de mayor área producirá un pandeo del material, luego un pliegue y como caso extremo una fractura.

Estos efectos se verán afectados dependiendo del espesor del material y la cantidad de capas por la cual esté constituido. Es así como se puede apreciar una relación directamente proporcional a la resistencia, la fuerza perpendicular a las caras paralelas y el grosor de éste. Sin embargo, existe una proporción inversa entre el área de las caras horizontales y su resistencia a una fuerza perpendicular a ésta: a mayor área menor resistencia pondrá el material a pandearse o plegarse.

Este fenómeno se puede explicar por el “principio de no similitud” en el que se plantea que “al pasar de una escala reducida a una escala mayor los pesos crecen con el cubo del factor de ampliación y las secciones sólo con el cuadrado de este factor. La resistencia estructural de los elementos está dada por su sección⁴”.

A continuación se presentan las formas de trabajo más comunes del cartón, que responden a las características del material que determinaron sus propiedades físicas y constructivas.



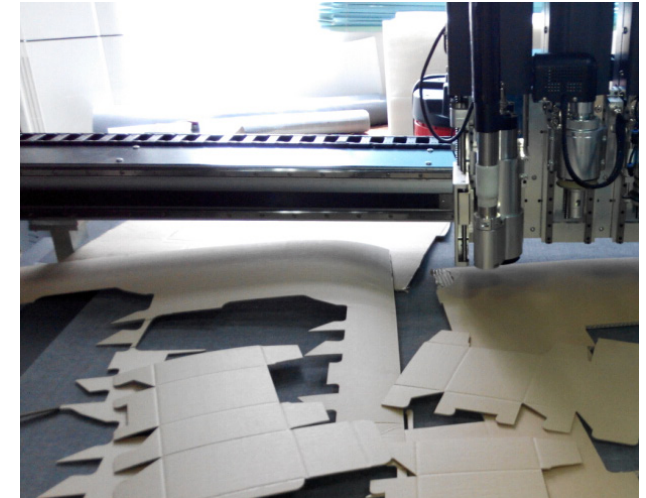
Principio de no similitud esquematizado por Juan Baixas(5)

Formas de Trabajo por su Naturaleza

CORTE COMO ACCIÓN PRIMERA

La primera reacción natural al enfrentarse al cartón como materia prima, es el corte como método de separación. Si bien esto se debe a los grandes formatos de fabricación de los cartones unidireccionales y bidireccionales, de ellos surge la más pura necesidad de dividir y multiplicar las superficies de acción, a conveniencia de la sustancia en potencia que es el material. La división como medio de multiplicación de los materiales es el paso más primitivo del proceso de transformación de un material, siendo incluso realizado por las empresas productoras de cartón en formatos dictados por la norma ISO 216 que determina los formatos disponibles.

En la escala humana donde nuestra fuerza guía el corte, se presentan variadas tipologías de herramientas con presencia de filo: desde tijeras, corta cartones o cartoneros, hasta caladoras. La elección de uso de cada herramienta dependerá directamente del grosor del formato del cartón a trabajar. Para escalas de producción mayores o seriadas se presentan maquinarias que realizan corte por troquel, guillotinas y equipamientos modernos de corte láser o CNC (Computer Numerical Control); las cuales se caracterizan por el control en las divisiones y la fidelidad de reproducción de piezas.



Trabajo de corte y pliegue por CNC



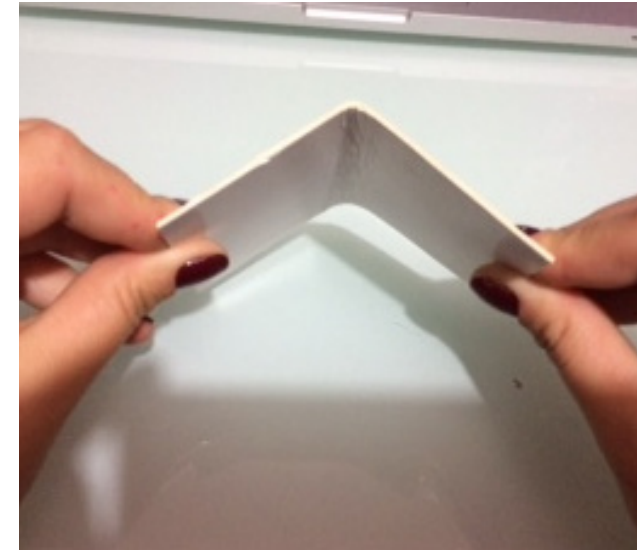
Corte por troquel cilíndrico CMPC,
Envases Impresos Roble Alto

Formas de Trabajo por su Naturaleza

PLIEGUE COMO EXPLORACIÓN ESPACIAL

El pliegue en el cartón nace como resultado de un proceso de experimentación, y como una manera de otorgarle dimensiones volumétricas ortogonales a un material que posee una expresión laminar plana, de modo que éste sufre una transformación desde el plano horizontal a un elemento compuesto por caras horizontales y verticales. Esta acción se realiza principalmente por la aplicación de presión en un área reducida que aplasta las fibras. De esta manera, el pliegue o doblez tiene un mejor funcionamiento de bisagra en los cartones bidireccionales, gracias a los espacios de su interior corrugado que se aplanan en el punto donde se aplica la fuerza.

Para los cartones unidireccionales y bidireccionales, el comportamiento de membrana de las capas exteriores es un problema al momento de plegar el material. Esto se explica por que el cartón no posee las propiedades de un material elástico, como el caucho. Para poder contrarrestar esta característica, se han desarrollado técnicas de extracciones estratégicas de segmentos de material para lograr curvaturas de radios superiores al grosor del material con mayor control y uniformidad.



Pliegue producido de manera artesanal por aplicación de presión



Remoción de material para lograr curvar cartón bidimensional bidireccional simple

Formas de Trabajo por su Naturaleza

UNIÓN COMO MEDIO Y FIN

La convergencia de los elementos que conforman un producto constituyen el proceso más importante, ya que permite que el objeto sea y que funcione como fue proyectado. Es por esta razón que la unión de sus partes se entiende como objetivo del proceso de producción donde la cosa deja de ser partes individuales y se convierte en un todo. Sin embargo, es necesario entender la unión como un medio que otorga propiedades únicas y distintivas en el cartón, de modo que se analiza el cómo está conectada la materia en el mismo objeto, el cómo la unión define la forma.

El **encaje** se entiende como el ajuste de dos piezas que cierran, acoplan y/o se adaptan entre sí, de modo que la figura de las dos piezas o más deben ser un complemento el uno al otro. Esta acción es posible gracias al comportamiento laminar rígido del cartón y por la naturaleza de sus formatos permitiendo distintos grosores del mismo, así el ensamble es posible tanto en los cartones de orientación unidireccional y bidireccional como en los tridimensionales.

Con la evolución de los mecanismos de trabajo y las elevadas exigencias que se le imprimen al cartón, se desarrollan técnicas de construcción volumétrica por medio de encajes, donde es posible imitar morfologías orgánicas complejas por mallas de cartón bidireccional encajadas en el sentido de las vetas corrugadas. Lo anteriormente mencionado es posible gracias a la fuerte estructura del material, lo que permite no tener que aplicar estructuras resistentes en cada espacio del volumen deseado.

Existen otros métodos de unión en los cuales se agregan elementos de otra naturaleza al objeto, como sería **pegar** con un adhesivo. Este procedimiento, al contrario del encaje, es un proceso irreversible, ya que las piezas quedarán adheridas unas a otras en sus caras exteriores. Intentar separarlas puede significar una ruptura de las capas del cartón, de modo que no volverá a tener las mismas propiedades. El proceso de pegado otorga nuevas propiedades al material como tal como mayor rigidez. Esto ocurre cuando el cartón es pegado en serie por sus caras horizontales, lo que transformaría distintas piezas en un sólido con comportamientos similares a la madera en dureza; pero mucho más liviano. Este método de unión no es un medio, más bien es un proceso de conformación del mismo objeto, por lo que se transforma mediante la unión de si mismo.

Formas de Trabajo por su Naturaleza

UNIÓN COMO MEDIO Y FIN



Piso de cartón Quinta, diseñado por Nhctpykunr



Chick 'n' Egg, conjunto diseñado por Manuel Kretzer

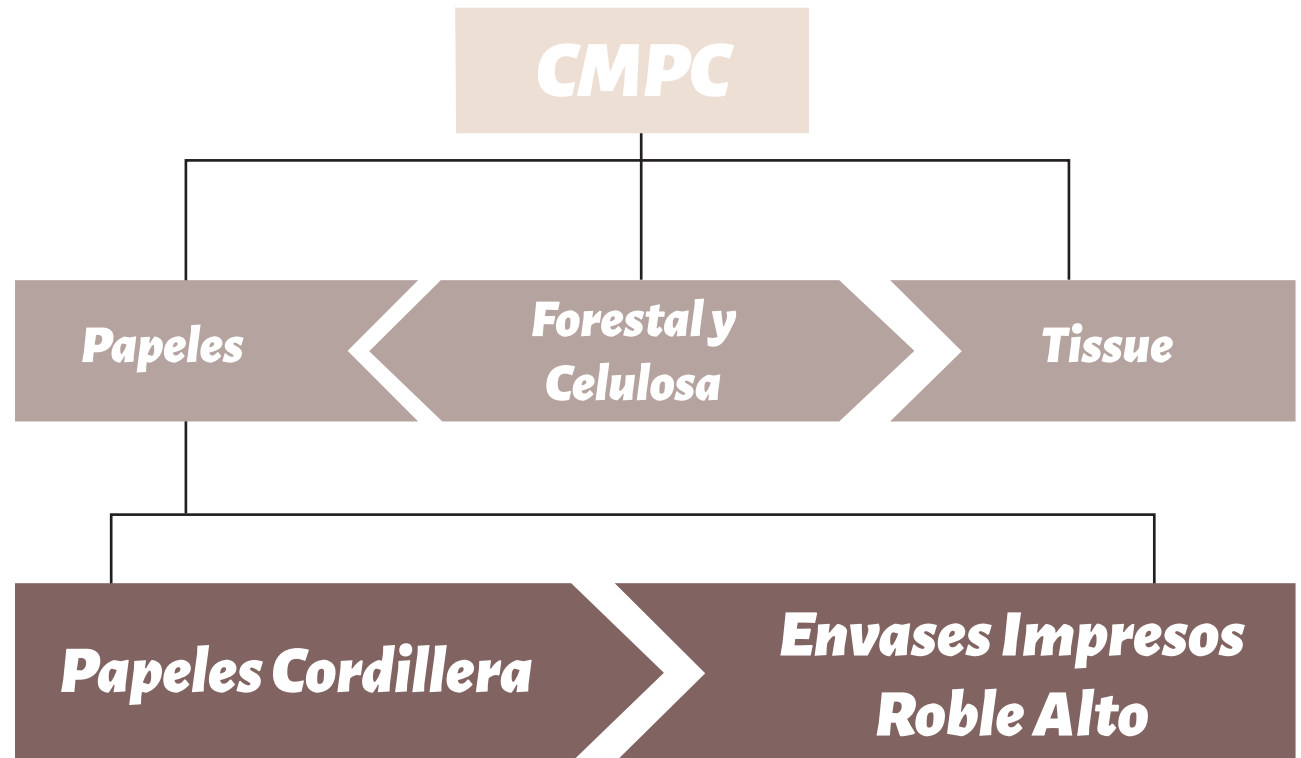


Mesa de cartón corrugado simple pegada diseñado por Giles Miller

Hecho en Chile

COMPAÑÍA MANUFACTURERA DE PAPELES Y CARTONES

Empresas CMPC es un holding forestal y paplero chileno que representa el segundo patrimonio forestal del país gracias al gran alcance de extracción, producción, manufactura y venta de productos derivados de la madera, por medio de sus cuatro áreas de producción para consumo propio, venta o exportación, las cuales son: forestal, celulosa, papeles y tissue.



Hecho en Chile

PAPELES CORDILLERA

Esta empresa ubicada la comuna de Puente Alto de la Región Metropolitana, tiene como materia prima celulosa virgen y reciclada, fabricando mayoritariamente papeles de gran variedad especializados en la industria del cartón corrugado. Por el gran volumen de producción, Papeles Cordillera es un aporte en la recolección de productos de celulosa en desuso a nivel ciudad y país.

Es en esta locación donde se produce el papel para cartón bidireccional, con un porcentaje máximo de 80% de celulosa reciclada y 20% de celulosa virgen proveniente de las empresas Forestal y Celulosa.





*Cartón en desuso que se procesará
a fibras de celulosa nuevamente*

Hecho en Chile

ENVASES IMPRESOS ROBLE ALTO

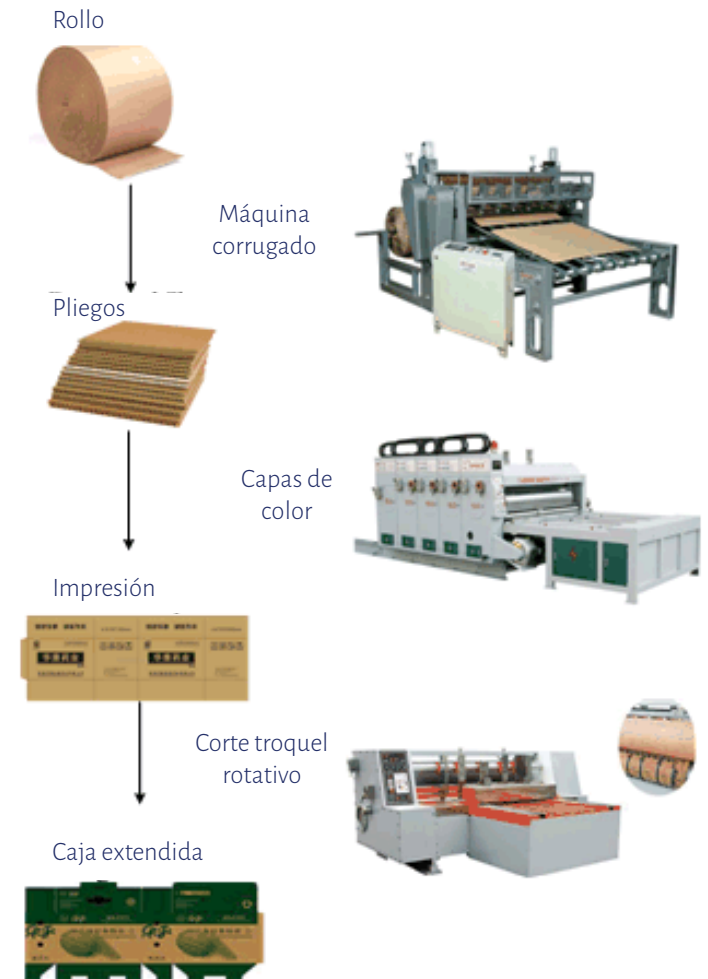
A las sucursales de Buin Sur y Buin Norte llegan los rollos de papel generados en Papeles Cordillera y otras partes de Chile, los cuales entran a proceso de producción dependiendo de las especificaciones ya determinadas por los clientes, de modo que pueden controlar las variables desde la fabricación de los corrugados y el proceso de fabricación de cajas.

Para la producción del embalaje se divide en dos grandes etapas: la primera con Máquinas de Corrugado y posteriormente las Maquinarias de Conversión. La primera de ellas, corresponde a máquinas corrugadoras en donde se produce el cartón corrugado el cual sale en forma de placas para luego ser convertidas en el embalaje definitivo. La segunda, corresponde a máquinas especializadas para el proceso de conversión, las cuales existen en 2 estilos distintos según sean las características del embalaje:

Máquina para procesos Die – Cutter: en la cual se imprime y se troquea el embalaje mediante matrices cilíndricas.



Máquina Die-Cutter de Roble Alto, es el proceso de impresión y corte en uno



Paso a paso de la Die-Cutter, fotografías de maquinarias independientes

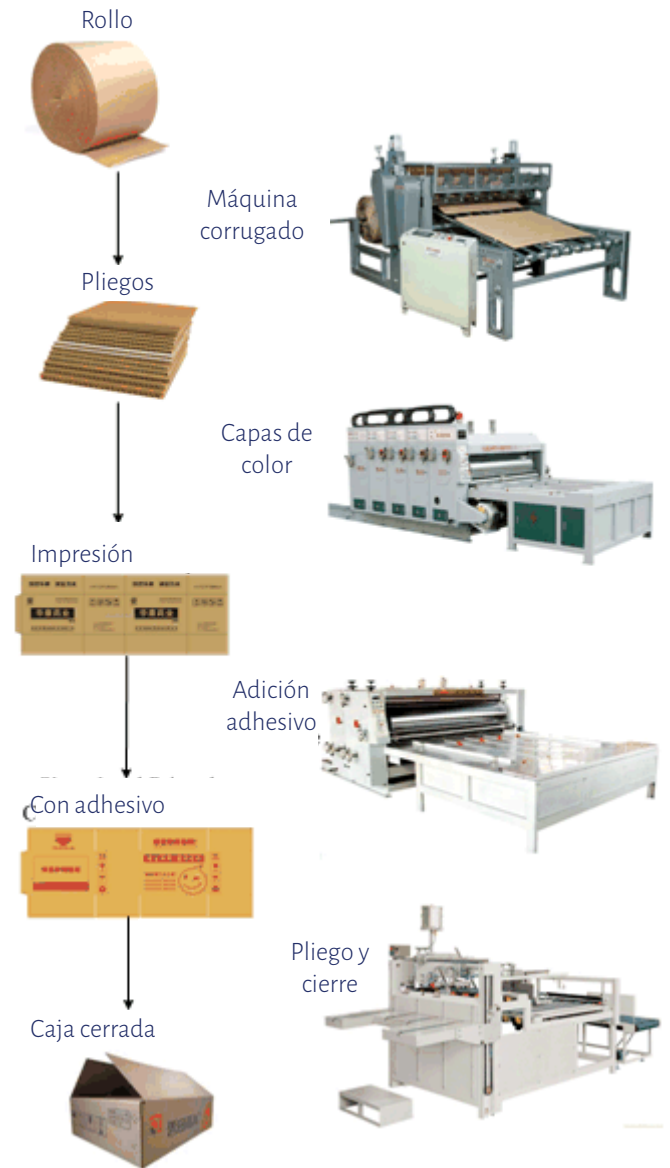
Máquina para procesos Flexo-Folder-Gluer: en caso de embalajes normales, que son impresos, cortados y luego pegados en la misma máquina. Esta máquina favorece el etapas de fabricación pues une tres procesos de producción en una misma instancia, ahrrando trasnporte, mano de obra y tiempo.

Adicionalmente, existen procesos posteriores a la conversión, tales como recubrimientos especiales para dar a los embalajes mayor resistencia a la humedad; pegados especiales que permiten que los embalajes no requieran de cintas adhesivas; y armado mecanizado para la formación de los embalajes.

Los productos de embalaje producidos se caracterizan por destinarse mayormente a la industria hortofrutícola, las cuales deben tener los más altos estándares de resistencia y estructuración para no deteriorar los frutos que transportan.



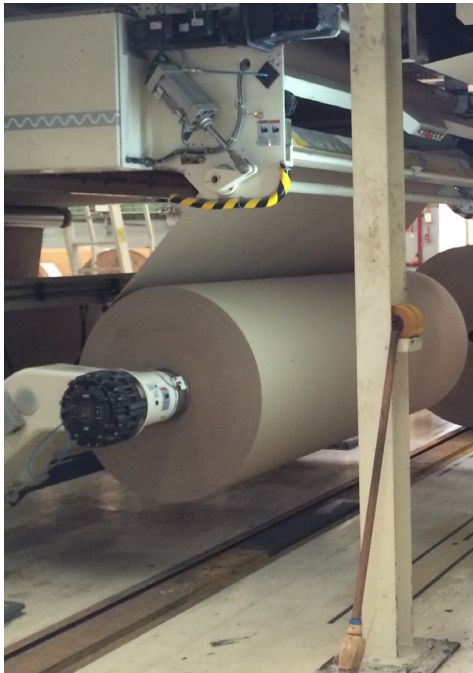
Máquina Flexo Folder Gluer



Paso a paso de la Flexo-Folder-Gluer, fotografías de maquinarias independientes

Hecho en Chile

ENVASES IMPRESOS ROBLE ALTO



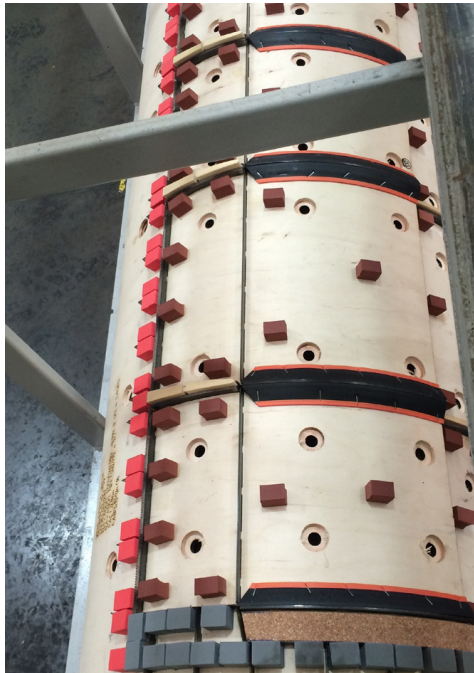
Rollo de papel de Papeles Cordillera en posición para hacer un liner.



Proceso de encolado de un liner-flute (superior) y un flute (inferior)



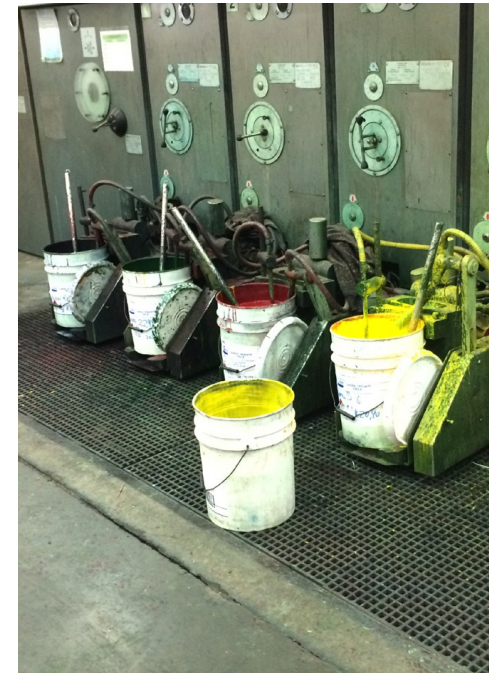
Error en el proceso de fabricación del corrugado por corte de un liner-flute



Matrice cilíndricas de terciado estadounidense con cuchillas de corte y líneas de pliegue



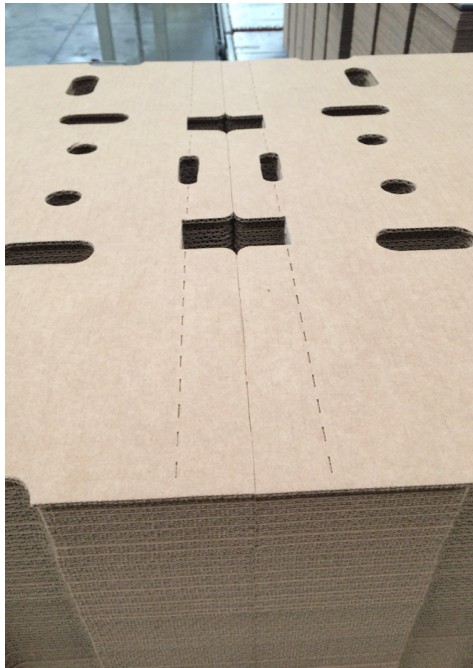
Matrices de impresión, se realiza una por cada color que contenga la imagen final



Posicionamiento y alimentación de las tintas para impresión

Hecho en Chile

ENVASES IMPRESOS ROBLE ALTO



Resultado de troquel y cuchillas de prepicado que permiten pliegue



Caja destinada al traslado de kiwi extraída para evaluación de impresión



Prueba de calce de las tinturas, si no coinciden se debe recalibrar la máquina



Detalle a de impresión a cajas que fueron pruebas de calibración y color

Hecho en Chile

DE CAJAS A MOBILIARIO

Según el portal Zona Económica, innovación se define como “el proceso de llevar a cabo una idea o invento. Este proceso tiene como resultado generar valor agregado, reducir costos o ofrecer un nuevo producto o servicio en el mercado⁶”. Hoy en día estamos inmersos en una realidad donde los resultados de la creación resultan ser más llamativos cuando se les denomina innovación más que una invención. Si bien ambas terminologías no provienen de mundos diferentes, sus significados difieren en pequeños detalles; ya que el inventar se refiere a la nueva creación de una idea o método, mientras que la innovación busca lo anteriormente nombrado más la aplicación de las ideas a los procesos productivos con el fin de reducir tiempos de fabricación, costos económicos, reducir desechos, etcétera.

CMPC está posicionado en el mercado nacional como uno de los productores mayoritarios de cajas de cartón, con ventas de 302.000 toneladas de papel en Papeles Cordillera y 174.000 toneladas de cajas en Envases Impresos Roble Alto. Es ésta última empresa con cuatro sucursales a lo largo del país, es la cual produce embalajes de cartón para el transporte de vinos, elementos industriales, salmón y frutas a lo largo de todo el país y también para exportación. Cuando una empresa consolidada y fuerte busca realizar cambios dentro de sus productos o fabricación de éstos, puede convertirse en un problema a gran escala por la suma de dinero total a la cual se tiene que someter para poder solventar los nuevos procesos de producción.

Es así, como este proyecto busca ser una innovación dentro del mundo de las cajas de cartón, ya que al ser un elemento de mobiliario producido con las mismas máquinas, bajo los mismos estándares de calidad y con las mismas materias primas, no es necesaria una gran inversión para poder renovar y agregar mobiliario a los productos ofrecidos por esta empresa. El siguiente paso a seguir, es demostrar que se pueden crear piezas para conformar muebles de cartón que sean resistentes y puedan ser sometidos al proceso de producción de una máquina Die-Cutter.

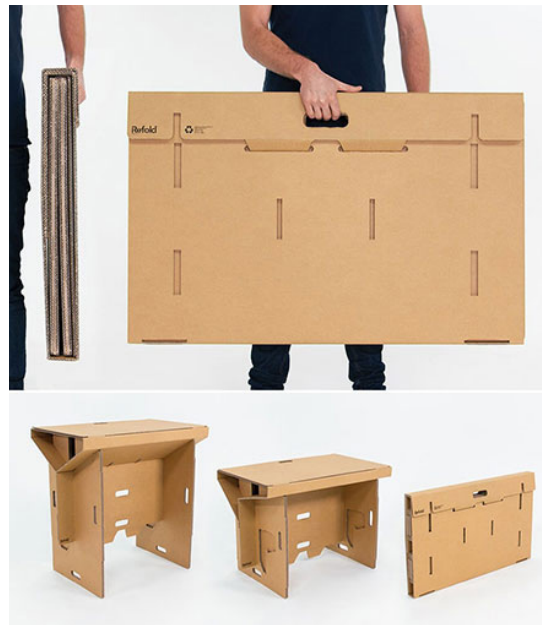
Antecedentes y Referentes

TENDENCIA: FOLDING FURNITURE

Es un tipo de diseño de mobiliario plegable explorado hace años ya; pero que se encuentra en constante evolución por la construcción de lugares habitables cada vez más pequeños y el poco espacio en las viviendas. Consiste en un sistema de diseño que no restringe forma ni materialidad, más bien se centra que el despliegue, armado o guardado sea de manera plegable, rápida, estilo pop-up y/o que no se pierda mucho tiempo en su preparación.

El cartón como material base responde a esta nueva tendencia por su formato original laminar, que permite la fabricación de cajas que se estructuran con pliegues y uniones del mismo, generando volúmenes auto soportantes y resistentes.

Su variabilidad va desde diseños complejos como muros de donde se extrae el mobiliario, hasta simples escritorios o sillas plegables.



Refold, escritorio de 6,5 kg de cartón, diseñado por Fraser Callaway, Oliver Ward y Matt Innes



Segmento cama de mobiliario para **Tiny houses** de la empresa japonesa Atelier OPA



KARTON

JOIN THE FOLD

Como revolucionaria propuesta se instauran a nivel global agencias de diseño que proponen realizar trabajos sólo con cartón el cual preparan y transforman para las especificaciones de cada cliente, para dar paso a una variedad de productos sin producción seriada; pero con envíos a todo el mundo por ser mobiliario que embalado es liviano y ocupa poco espacio.

En Madrid capital de España se encuentra **Cardboard Furniture and Projects**, empresa joven que promueve el uso del cartón por medio de sus proyectos diseñados por León Leyva y Pablo Ferrer, ambos arquitectos que buscan realizar productos con escaso impacto ambiental.

En Victoria, ciudad de Australia nace **Karton: Join the Fold**, empresa que no solo promueve el uso y reciclaje del cartón por medio de sus productos de cartón, sino que también produce mobiliario partir de hojas de polipropileno. El holandés Tym Várdi es el creador y diseñador de Dutch Design Chair y la oficina Karton.



Taburete de cartón INFIX diseñado y producido por Cardboard Furniture and Projects



Conjunto de escritorio The Chairman's Table y módulos Elements

Ley 20.920

DESAFÍOS PARA EL DISEÑO

En el mes de Junio fue publicado el Proyecto de Ley 20.920⁶, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento del reciclaje a nivel nacional, buscando formalizar la industria del reciclaje en Chile responsabilizando a productores e importadores del financiamiento, fomento y recolección de seis tipologías de productos prioritarios, entre los cuales se encuentran papeles y cartones.

Con esta normativa se pretende elevar las tasas de reciclaje de un 10% a más de un 30%, ya que hoy se producen cerca de 17 millones de toneladas de residuos por año, de los cuales 7 millones corresponden a residuos domiciliarios. Lamentablemente menos del 10% del total se recicla, por lo que casi el 90% restante termina en vertederos o rellenos sanitarios, perdiendo la oportunidad de recuperación de materias primas para nuevos procesos industriales.

Tras la promulgación de la Ley el pasado 1 de Junio, existe un plazo de un año para la determinación de los decretos respectivos a cada producto, sus metas de recuperación, así como las obligaciones de etiquetado, instalaciones de recepción y ecodiseño; entendiéndose este último como ***“Integración de aspectos ambientales en el diseño del producto, envase, embalaje, etiquetado u otros, con el fin de disminuir las externalidades a lo largo de todo su ciclo de vida”***⁷, lo que significa que por primera vez en nuestro país se responsabiliza también a los diseñadores respecto a los ciclos de vida de sus productos además de los aspectos formales y técnicos.

Esta Ley representa una guía futura para que el diseño y producción de objetos incluya en su planificación el desuso e idealmente reciclaje. Fue, en primera instancia, una motivación que evolucionó a un desafío para la creación de mobiliario de cartón; ya que su existencia y reciclaje puede sustentar la creación de más elementos.

Formulación Proyecto

EE³



Prototipo de Exploración a Escala EE³

QUÉ:

Mobiliario de cartón corrugado para producción masiva inmerso y producido en el sistema de fabricación de cajas de cartón.

POR QUÉ:

El cartón corrugado tiene grandes propiedades estructurales y facilidad de trabajo, que permiten desarrollar formas resistentes de bajo costo con alto volumen productivo.

PARA QUÉ:

Para generar un nuevo producto utilizando el sistema de manufactura de cajas de cartón corrugado existente en el país.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar mobiliario económico inmerso en procesos y tecnologías de la industria de cajas de embalaje frutícola para transporte y exportación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar un prototipo de verificación que incorpore la limitaciones y aspectos productivos de la industria.
2. Desarrollar una silla que incorpore aspectos como: buen diseño, ergonomía, resistencia y funcionalidad.
3. Incorporar características de almacenamiento, apilabilidad y embalaje

Formulación Proyecto

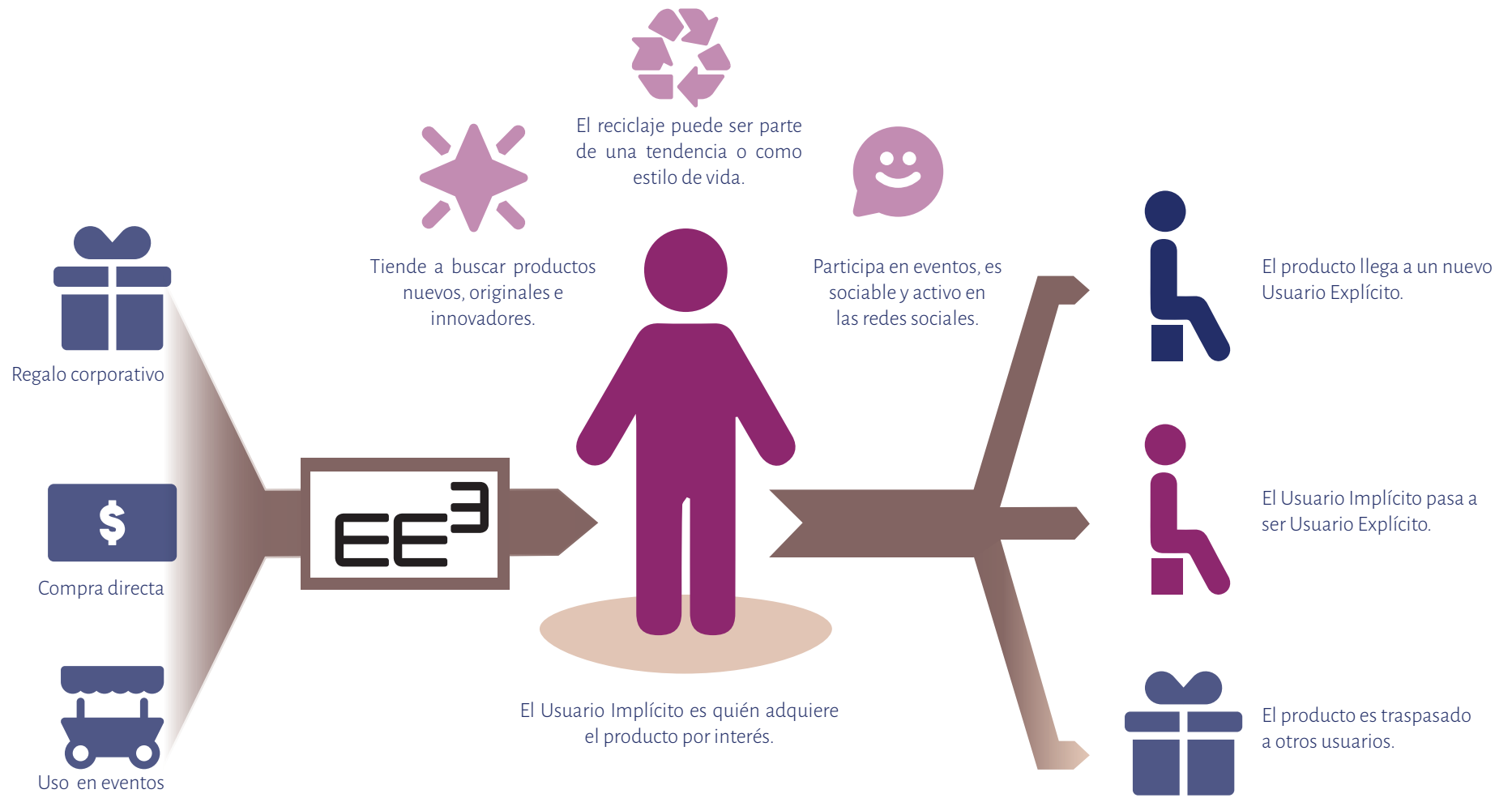
DEFINICIÓN DE USUARIO

Para realizar un entendimiento más global de quiénes son las personas que utilizan el proyecto, es necesario hacer una distinción entre dos grandes agrupaciones: los Usuarios Implícitos y los Usuarios Explícitos.

Usuarios Implícitos corresponden a la categoría de personas que busca y acepta el producto por atracción e interés. Si bien su adquisición puede ser por compra directa o regalo corporativo, su permanencia junto al usuario responde al estilo de vida de éste, ya que son personas que perciben los materiales de origen reciclado como atractivos por tendencia o estilo de vida ecológico. Al conocer el cartón como materia prima, entienden que su desuso conlleva a la generación de nuevo material que generaría éste o más productos.

Usuario Explícito son aquellas personas que pueden utilizar un piso como asiento, es decir, que tienen la capacidad de sostener el peso y equilibrio del torso superior del cuerpo de manera autónoma, permitiéndoles utilizar una superficie horizontal sin respaldo para descansar la espalda.

Ambos grupos resultan ser complementarios y no excluyentes, lo que además permite que en el ciclo de vida de un producto existan más de un usuario implícito y/o explícito.



Proceso de Diseño

PROTOTIPOS Y EXPLORACIÓN FORMAL

Para una mejor identificación de los prototipos, éstos se han codificado con los siguientes nombres: P1, Eo, EE1, EE2 y EE3.

Proceso de Diseño

PROTOTIPO 1 (P1)

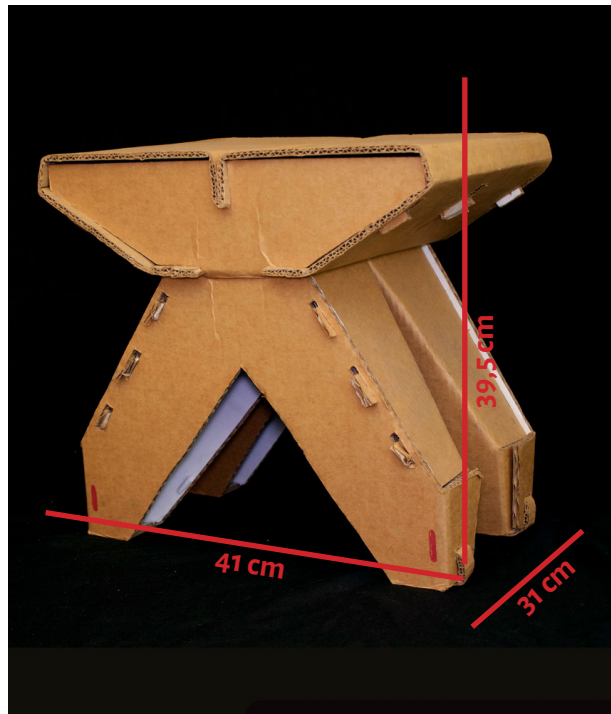
Características

Modelo realizado el primer semestre del año 2015 en el Ramo Cmd El Mueble: La Construcción, en el cual se realizó el diseño de sillas en cartón a partir de la abstracción de mobiliario de diseñador.

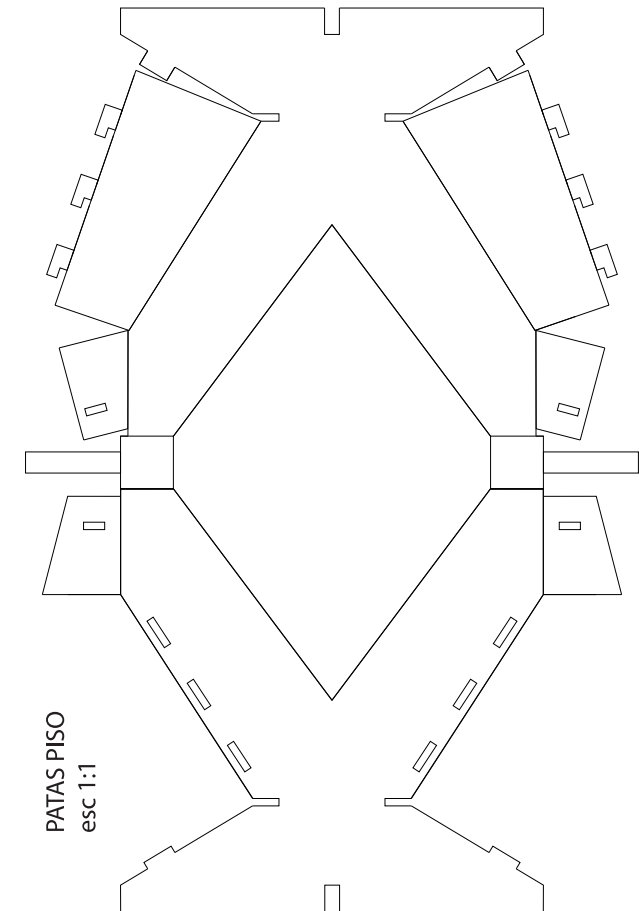
Consiste en un piso de tres piezas: los soportes que corresponden a dos piezas iguales pero en ubicadas en orientación opuesta, y la pieza de unión.

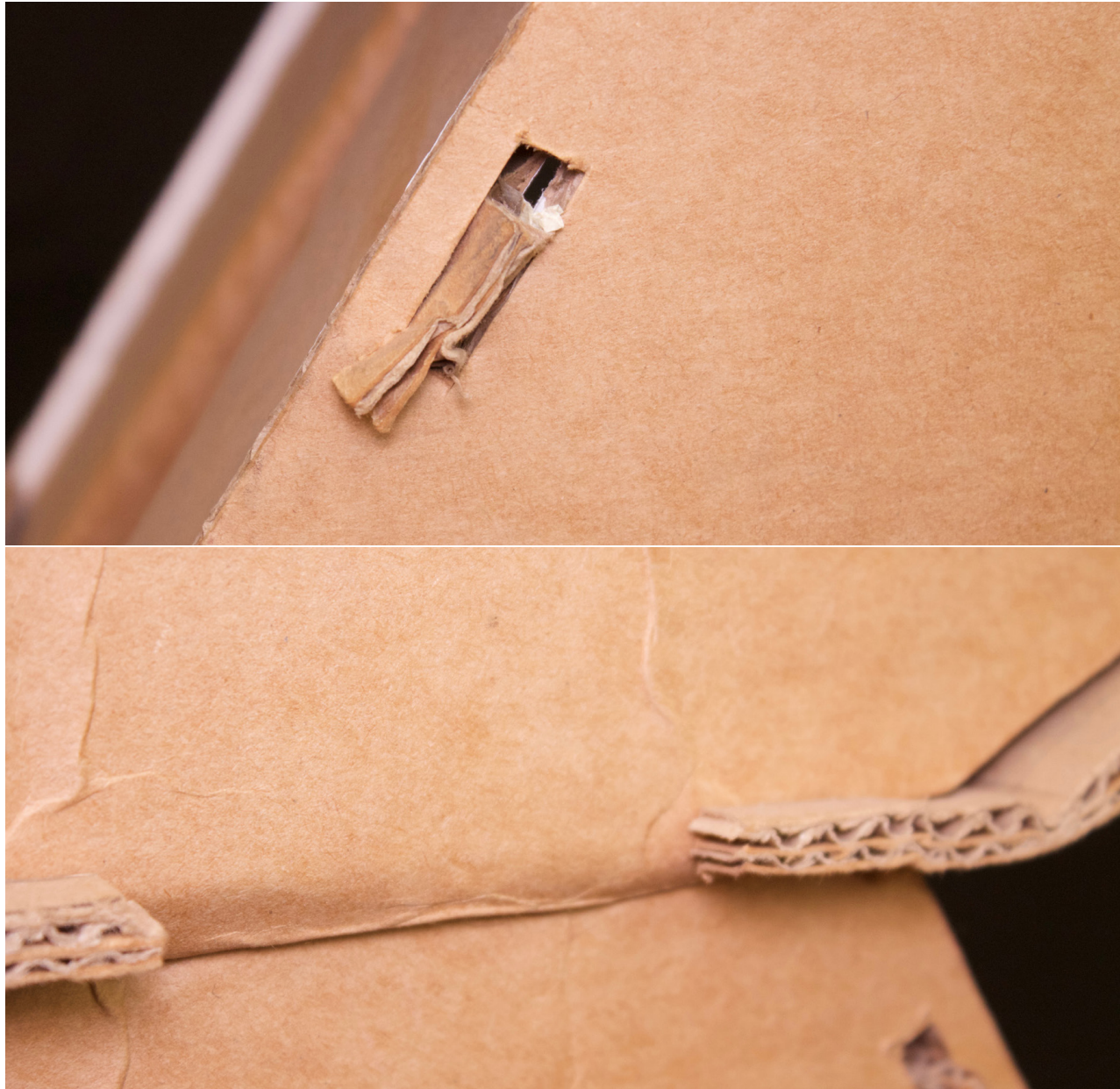
Se planteó como un modelo armable y desarmable, con fijaciones del mismo material de gancho, lazo y encaje, todo en las mismas 3 piezas.

Dimensiones



Plano formal de las piezas de soporte de P1





Observaciones

El enganche resulta ser un elemento muy frágil para la estructura y fuerzas a las cuales está sometida, ya que con la acción de armado y desarmado éstos se desintegran al ser muy débiles.

La unión por lazo es una fijación muy lejana a la naturaleza del material, por lo que su manipulación es compleja. La curva que pretende dar el material es mal lograda y su realización es dificultosa.

El área de unión de las 3 piezas resulta ser el punto donde se concentran la mayor cantidad de fuerzas, por lo que debe ser el sector más resistente. Con el paso del tiempo el punto crítico se ha vuelto cada vez más débil presentando severos daños en su estructura y estabilidad.

Proceso de Diseño

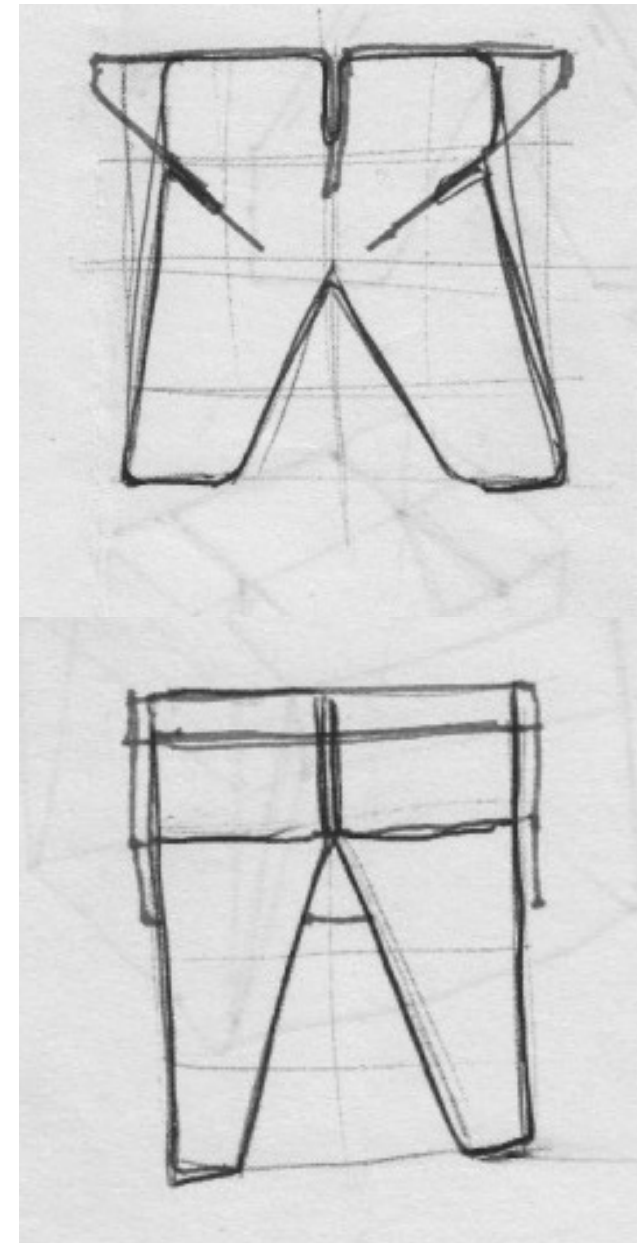
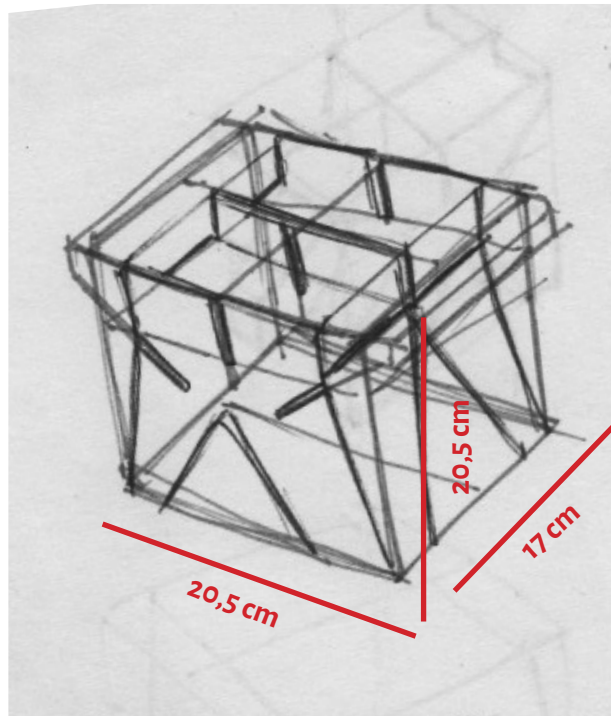
EXPLORACIÓN FORMAL (Eo)

Características

Modelo en escala 1:2 el cual busca resolver de mejor manera las observaciones realizadas en P1. Si bien la esencia sigue siendo la misma, dos piezas iguales reflejadas y una tercera de unión, la morfología cambia para poder aumentar las propiedades de resistencia y estructura.

Se trabajó principalmente sobre sobre dibujo para poder realizar una mayor cantidad de exploraciones formales, explorando posibilidades hasta el desarrollo de éste prototipo formal.

Dimensiones





Observaciones

Forma y resistencia del modelo a escala Eo son un guía para la construcción 1:1, ya que las propiedades físicas cambian al realizar escalas en objetos volumétricos (revisar Principio de No Similitud).

El armado de las piezas de soporte no queda resuelto en este modelo, por lo cual se toma como principal desafío para el próximo modelo.

Proceso de Diseño

EXPLORACIÓN A ESCALA (EE1)

Características

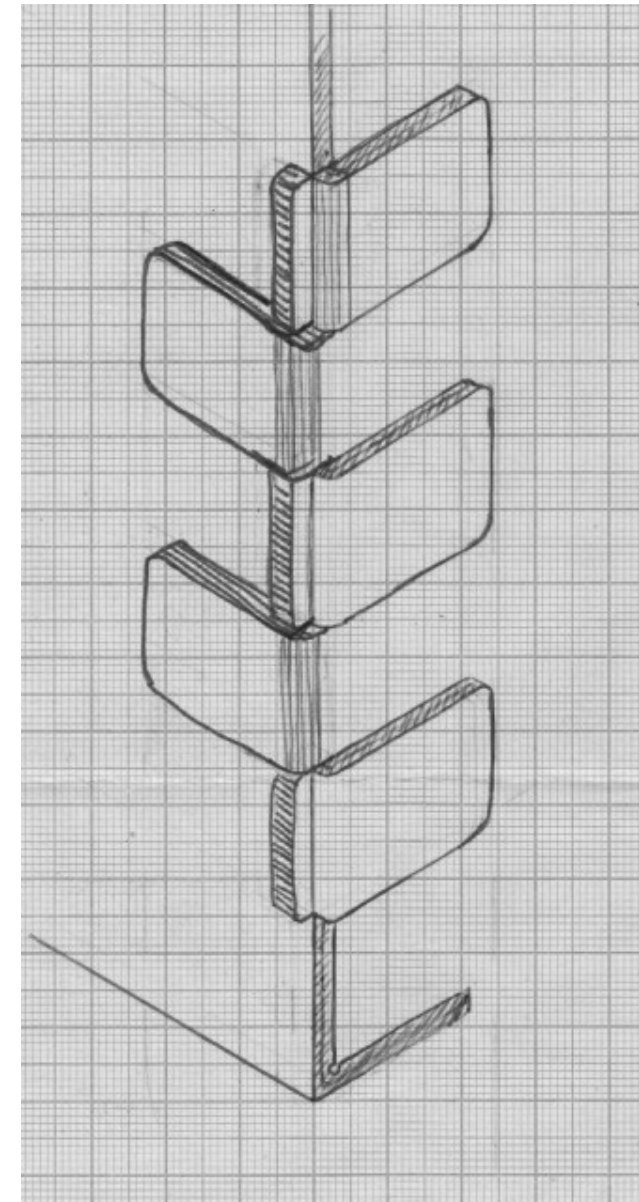
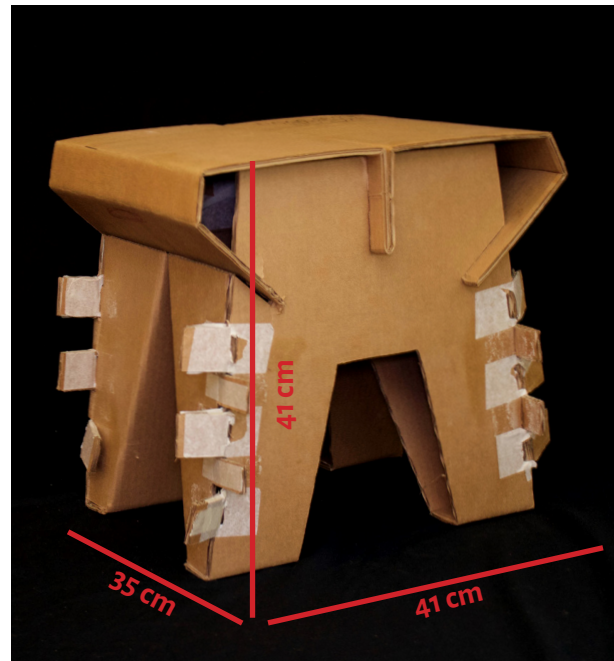
Modelo realizado en el cartón corrugado doble de 6.5 mm de espesor, con el cual se trabaja el resto del proyecto. Es así como la escala de EE1 es 1:1, lo que permite analizar el desempeño de resistencia y armado.

Las piezas que conforman este modelo siguen la lógica permanente de 2 piezas de soporte y una de unión, en el cual se añadió un sistema de unión diseñado para estas piezas, que se denominó Encaje Reforzado.

Para desarrollar el cambio de escala se trabajó en planos en papel milimetrado y diamante, lo que permitía realizar modificaciones rápidas y copias manuales para pulir detalles formales menores.

El sistema de unión de las piezas de soporte **Encaje Reforzado** busca inmovilizar el encaje simple mediante adhesivo, ya que las piezas en las cuales se realiza están sometidas a mucha presión y tracción, por lo que tienden a abrirse.

Dimensiones



Proyección Encaje Reforzado



Observaciones

Sistema de unión Encaje Reforzado resulta fallido, ya que la superficie de adhesión es muy pequeña por lo que tiende a abrirse.

Además, la morfología de cada una de las uniones es compleja para ser trabajado en un material tan grueso, presentando nuevamente la degradación vista en P1.

Proceso de Diseño

EXPLORACIÓN DE FIJACIÓN (EE2)

Características

En EE2, el sistema de unión de las piezas soporte es realizado por pernos plásticos extruidos de polioximetileno (POM) o acetal, el cual es conocido por su alta rigidez, baja fricción y excelente estabilidad dimensional, lo que lo convierte en un buen complemento del cartón.

El modelo corresponde a M10 (10 mm de diámetro y 40 mm de largo) el cual puede ser modificado en formato y color por ser de producción nacional.

Dimensiones





Observaciones

Disminución de la complejidad formal de las piezas de soporte, disminuyendo las áreas de corte de las mismas.

Armado en menor tiempo y al desarmar no se desgastan las uniones, es un proceso reversible sin compromiso de daño a las partes.

Presenta zonas de roce agresivo en los calces de las uniones.

Terminaciones rectas por corte manual.

Proceso de Diseño

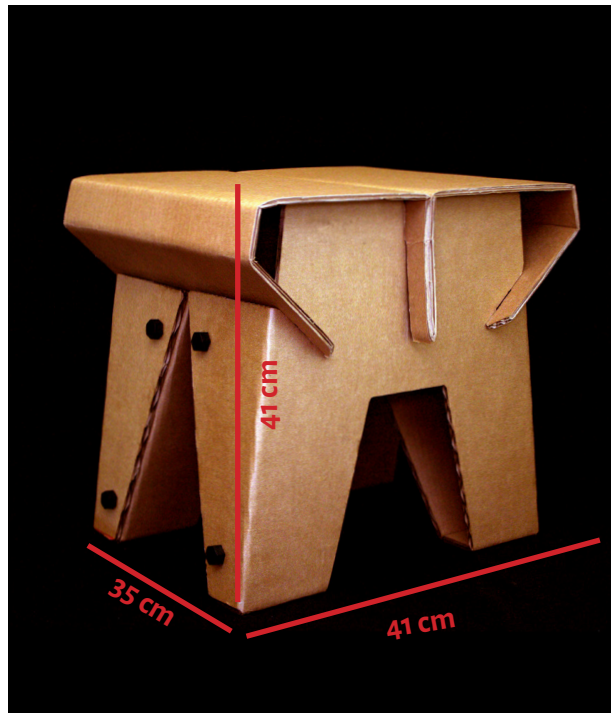
SIMULACIÓN DE CORTE (EE3)

Características

Se mantiene la forma general del modelo EE2; pero se busca simular el corte por troquel, por lo que las terminaciones y uniones de líneas de corte se suavizan con curvas.

Se busca realizar un almacenamiento cerrado, las piezas de soporte se presentan cerradas por la pieza de unión, de manera que se pueda almacenar y apilar.

Dimensiones

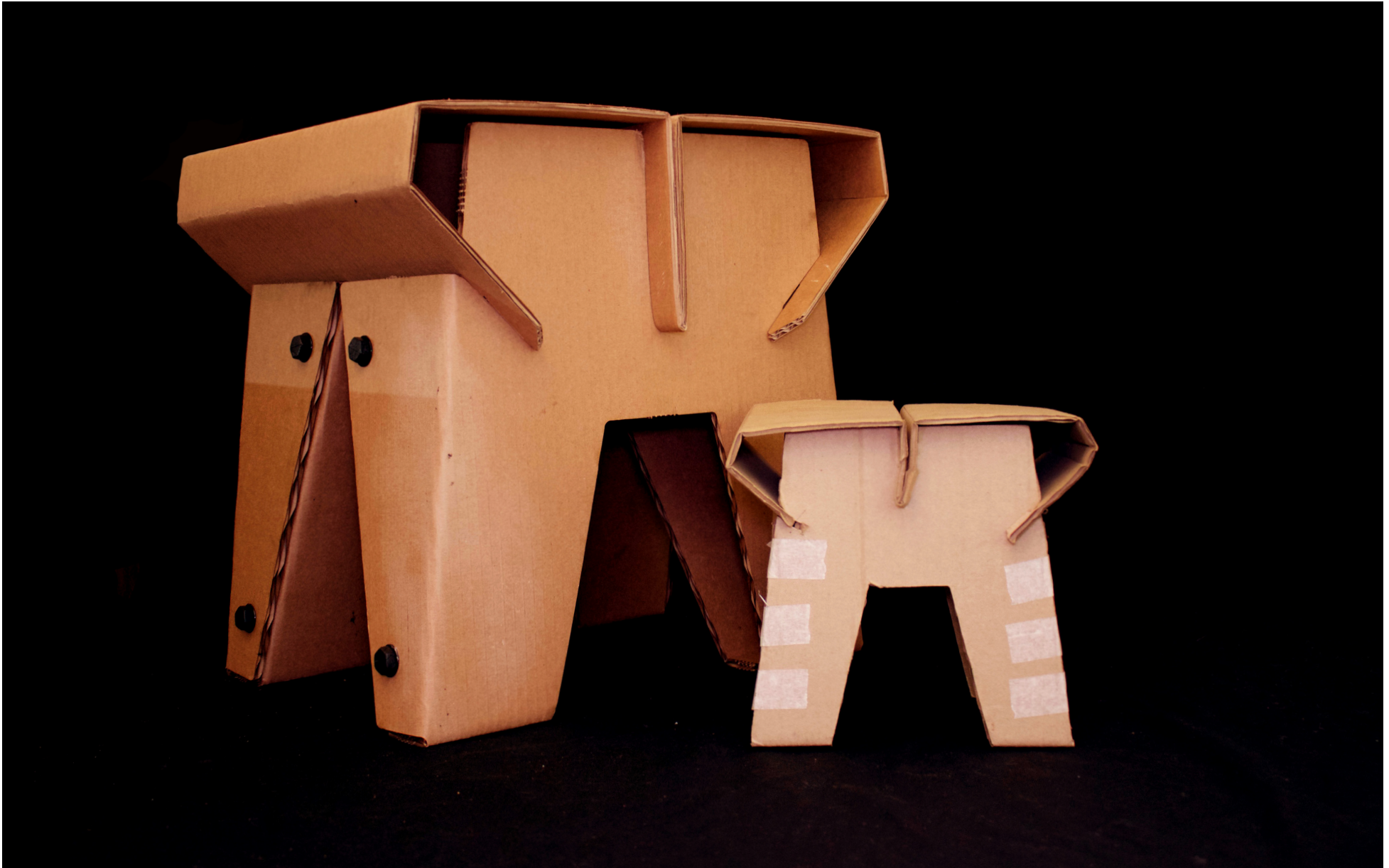




Observaciones

Mayor estabilidad del prototipo por precisión de forma gracias a ser cortado por láser.

El embalaje cerrado no es apropiado ya que no contiene bien al equipo completo de piezas.



Modelo Final

VISUALIZACIÓN



Modelo Final

CARACTERÍSTICAS

Características

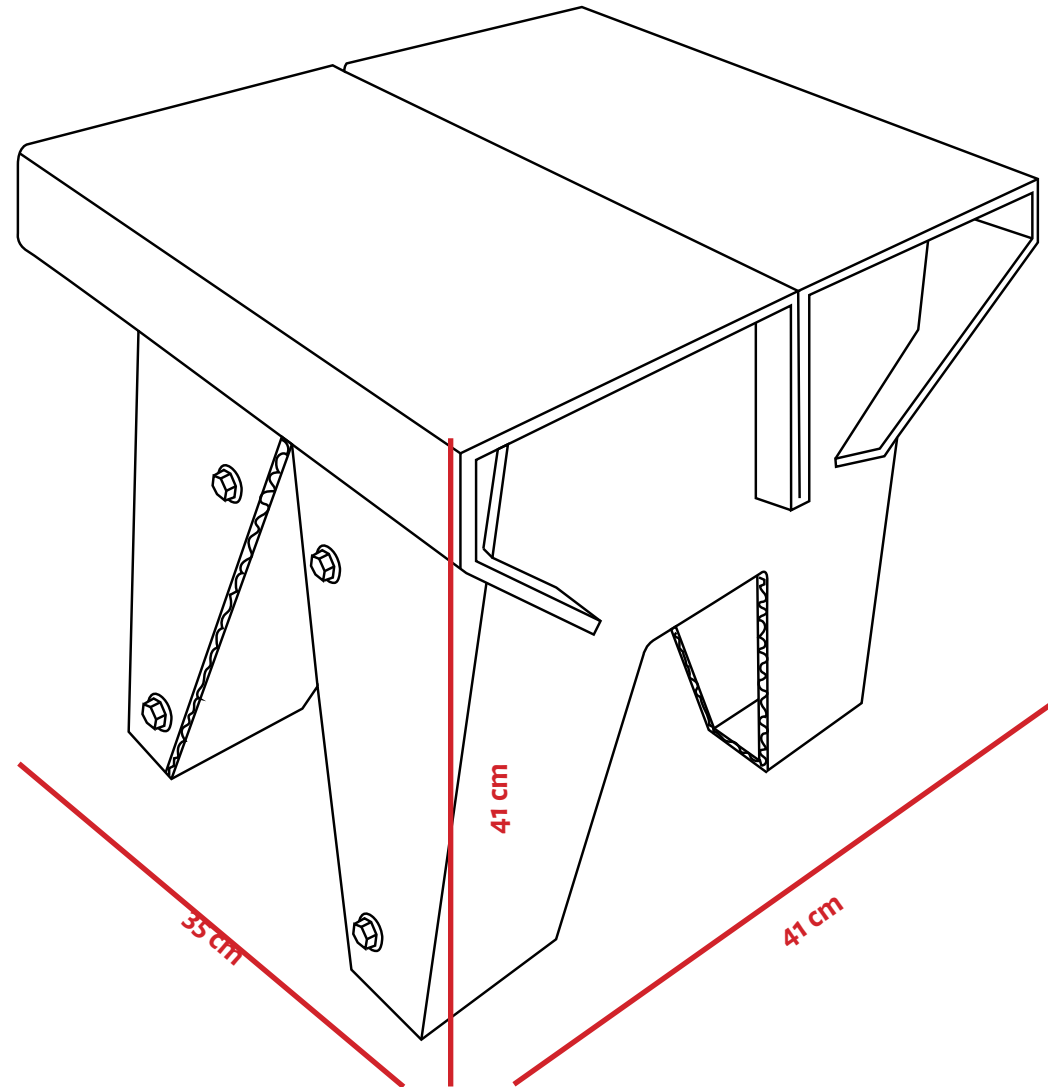
Piso armable a partir de dos tipologías de piezas de cartón corrugado doble de 6 milímetros categoría BC.

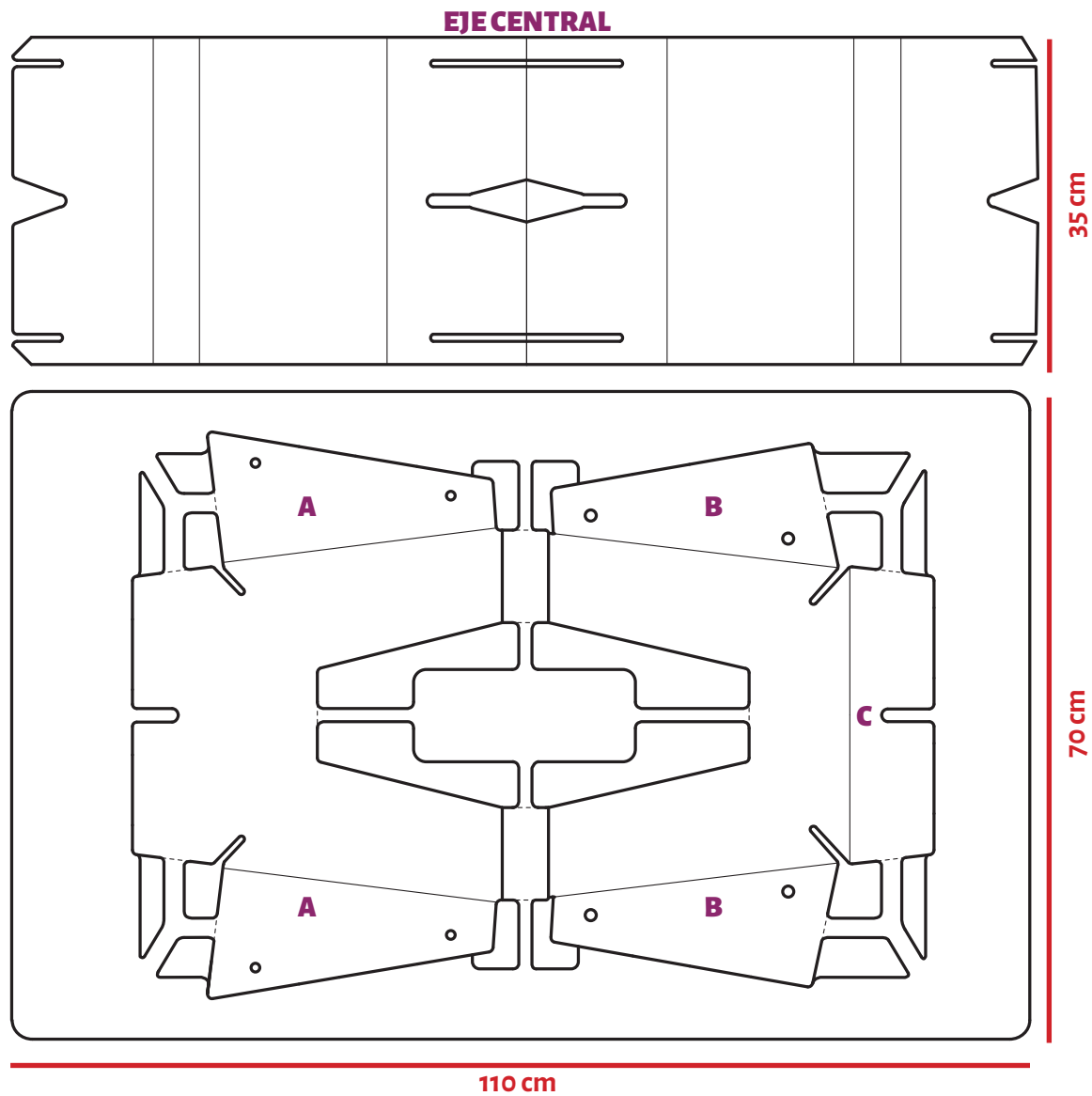
Consta de dos piezas de soporte que se desprenden de un borde protector por medio de cortes pre picados y la pieza de unión no necesita modificación alguna.

La estructuración de la pieza de soporte se realiza al fijar la pieza con pernos plásticos M10 de 4 cm de largo y 1 cm de diámetro, golillas y tuercas a juego.

La unión de los elementos se realiza por medio de encajes entre las piezas de soporte y la pieza de unión.

Al ser un modelo proyectado para ser confeccionado en las máximas Die-Cutter, la superficie del cartón es en su totalidad un canvas para impresión.





REQUISITOS MÍNIMOS PARA DIE-CUTTER

- Una matriz de corte para pieza soporte.
- Una matriz de corte para pieza unión.
- Una matriz de impresión monocromática para instrucciones.
- Opcional: matrices de impresión para superficie exterior.



Modelo Final

PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO



Observaciones

La presentación de EE³ es laminar inscrito en un volumen de 1100 x 700 x 2 mm, lo que facilita su almacenamiento y apilabilidad sin dañar las terminaciones ni elementos que conforman el producto de cartón.

Adicional a esto, se encuentran 8 pernos plásticos de acetato, los cuales permitirán su unión.

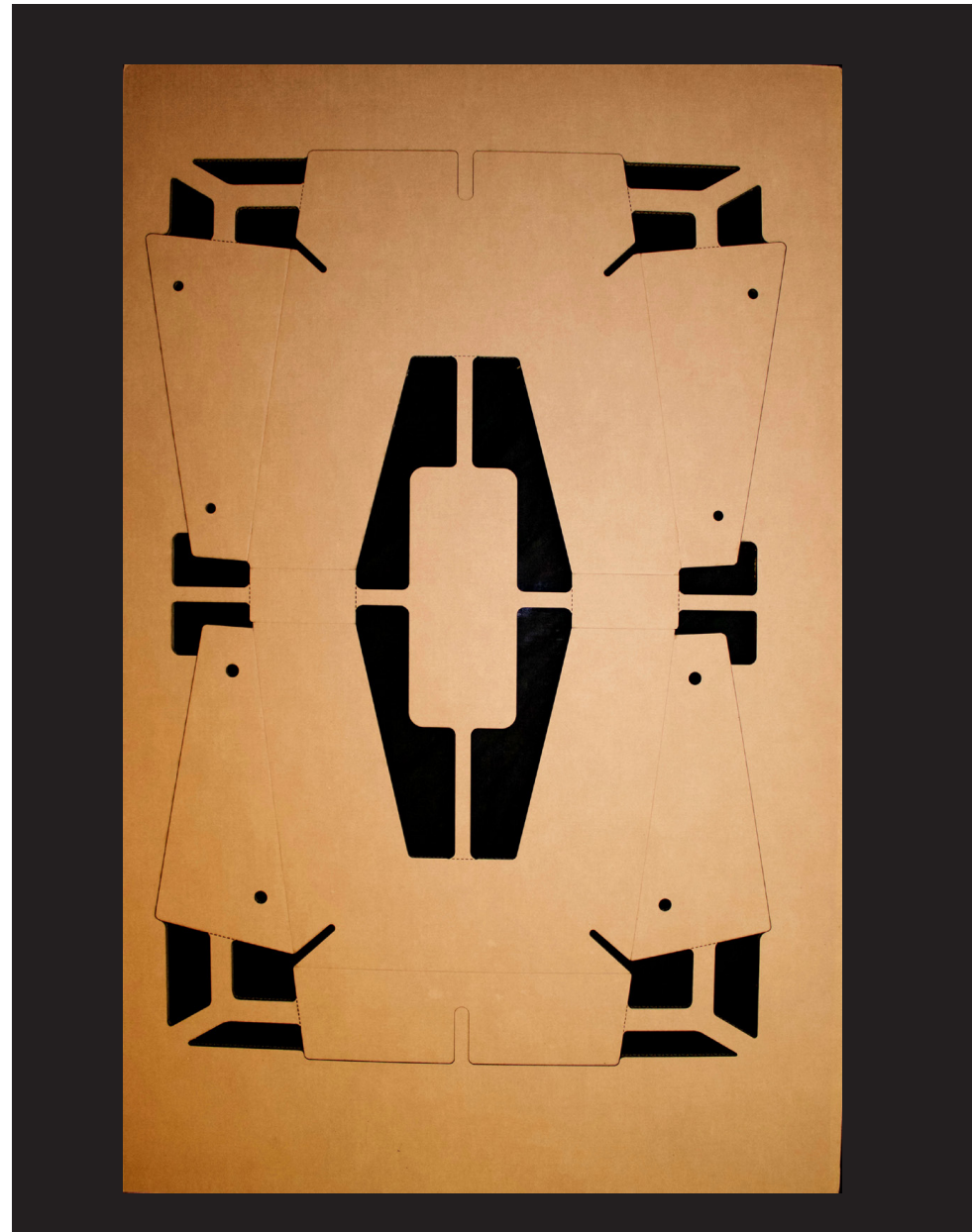
Modelo Final

PASOS DE ARMADO

En primera instancia es necesaria la remoción del film plástico protector de EE³ para poder desplegar las piezas para su armado.

Contenido:

- 2 Piezas de Soporte
- 1 Pieza de Unión
- 8 Pernos Plásticos
- 8 Golillas Plásticas
- 8 Tuercas Plásticas





Identificar de las pieza de soporte y localizar las zonas de corte.



Liberar las piezas de soporte por medio de la separación de ésta del borde protector.



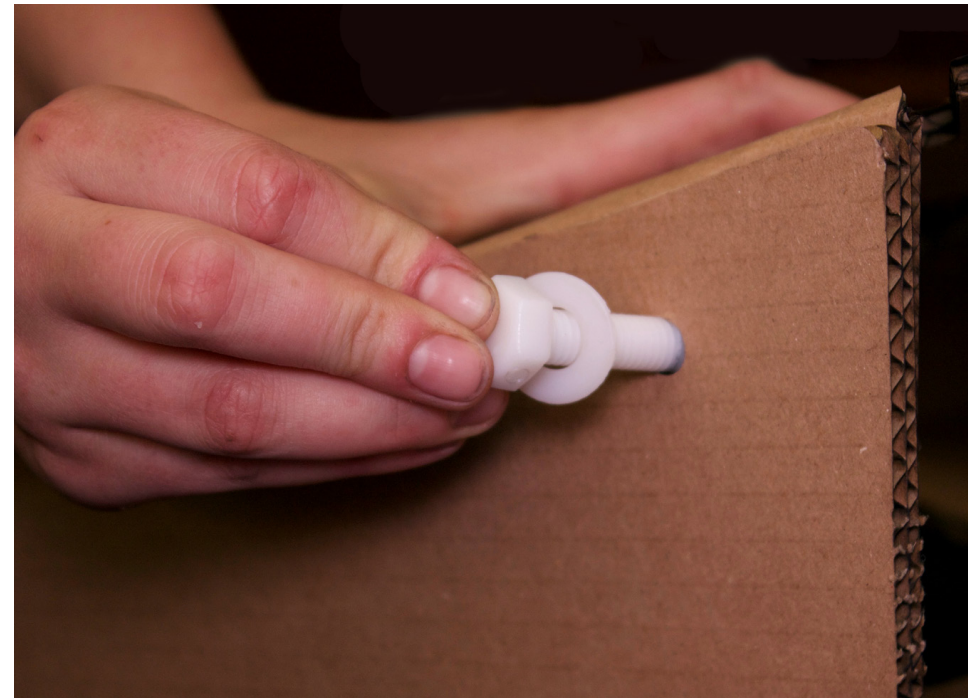
Doblar zona B de la pieza de soporte.



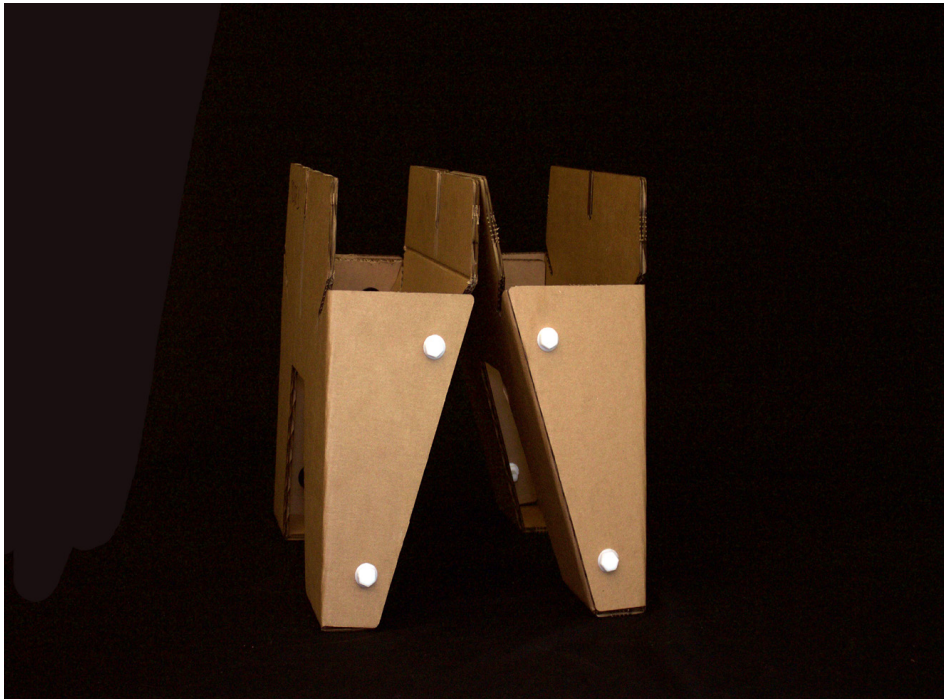
Doblar pieza de soporte para que el contorno de B toque a la zona A.



Doblar A sobre B.



En los espacios de las piezas A y B, ubicar un perno y una golilla en los y fijar en el interior con una tuerca.



Repetir procedimiento con ambas piezas de soporte, posicionarlas en contacto por la zona C.



Doblar pieza de unión por eje central.



Realizar encaje de la pieza de unión con las de soporte por ranuras superiores.



Fotografía de la posición de los elementos.



Doblar pieza de unión hacia abajo para realizar encaje final.



Realizar encaje final.

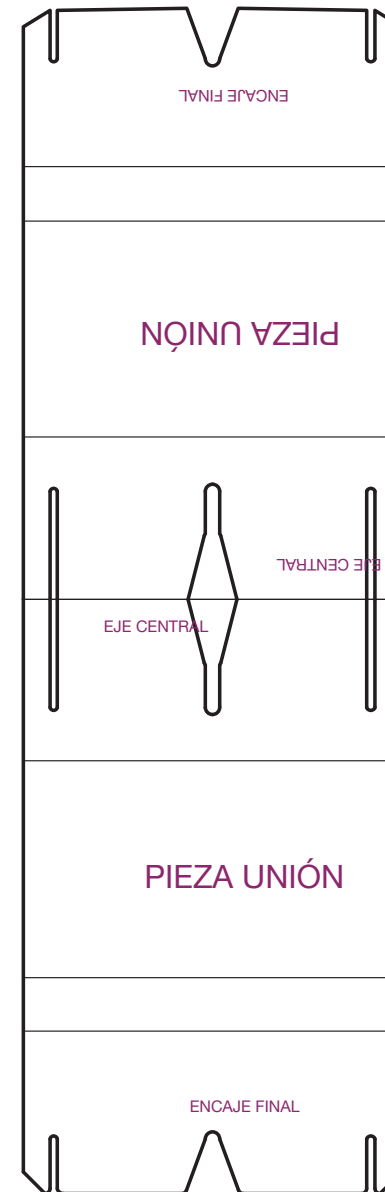
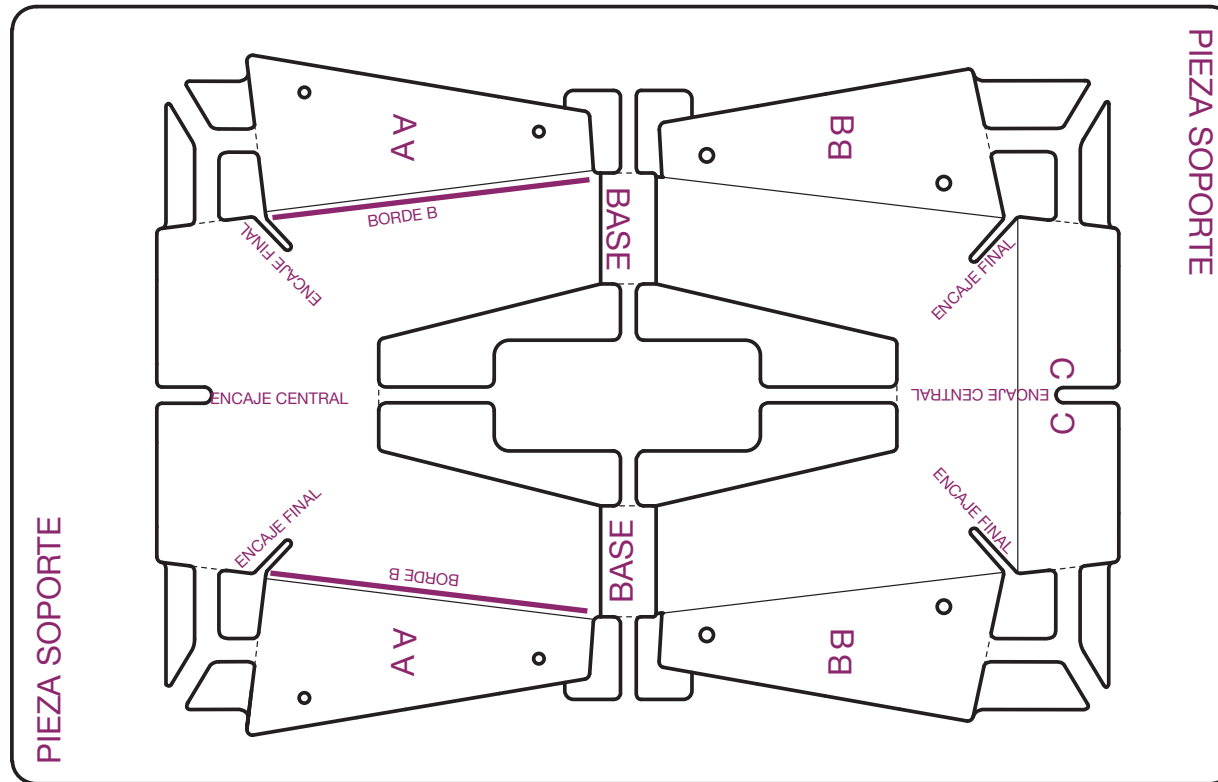
Modelo Final

FORMA DE USO



Modelo Final

SIMULACIÓN INSTRUCCIONES



PIEZA SOPORTE

1. Doblar zona B hacia el interior de la pieza.
2. Posicionar el borde de B en área delimitada al interior de zona A.
3. Doblar aleta A hacia el interior, sobre B.
4. Fijar posición con pernos, golillas y tuercas en los espacios delimitados.
5. Doblar C hacia el interior de la Pieza

PIEZA UNIÓN

1. Doblar pieza por eje central en sentido contrario a los pliegues secundarios.
2. Doblar los pliegues secundarios.

ARMADO

1. Posicionar ambas piezas de soporte orientadas de manera contraria con contacto en zona C.
2. Ubicar pieza de unión en encaje superior de pieza de soporte.
3. Doblar extremos pieza unión hacia abajo.
4. Realizar encaje final por ambos costados.

Las instrucciones están pensadas para estar impresa en la superficie interior de las piezas de soporte y de unión.

Modelo Final

DESEMPEÑO Y RESISTENCIA

EE³ está diseñado para resistir en los pesos promedios de la población chilena hasta el año 2010: en hombres 77,3 kg y mujeres 67 kg según la última Encuesta Nacional de Salud (2009-2010).

Estos valores se utilizan como referencia, ya que se ha comprobado que resiste 113 kg de peso muerto, es decir, con la persona completamente sentada sobre el piso y sin el apoyo de las piernas que suele disminuir la fuerza neta aplicada al mobiliario.





Señorita
Francisca Paz NEIRA RIBES

El suscrito a través del presente correo electrónico certifica que el 15.OCT.016 ha probado la silla diseñada por la señorita NEIRA RIBES, esto según consta en fotografía que se encuentra en su poder.

Cabe señalar que al momento de probar la silla en comento, pesaba 113 kilos.

Lo anterior, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Carlos Cisterna Pereira
RUT: 12.741.855-1

Proyecciones

REPRESENTACIÓN A MARCAS

Gracias al proceso de fabricación de EE³, es posible realizar impresiones en la superficie externa de las piezas, lo que permite no solo personalizar y aportar color al mobiliario, sino también ser un lienzo para la expresión de marcas conocidas.

De esta manera, junto con la producción en masa de las piezas, se pueden apoyar campañas temporales de marcas conocidas y ser un nuevo producto de representación, llamativo y reciclable.

Si bien el cartón es un material que no resiste condiciones climáticas extremas, como temperaturas muy altas y lluvia; su rápida fabricación, capacidad de almacenamiento y armado sencillo lo convierten en elemento perfecto para representaciones a marcas en eventos, campañas de activación y regalos corporativos, ya que la durabilidad no es una cualidad necesaria.



Simulación piso cerveza Corona



Simulación piso Coca-Cola



Proyecciones

POSIBILIDAD DE FABRICACIÓN

El modelo final de este proyecto surgió como resultado de una investigación en la exploración espacial y formal, respecto al alcance de la creación de mobiliario de cartón bajo los procesos de fabricación de cajas frutícolas.

Con eso, se comprende que los modelos anteriormente expuestos se encuentran en la categoría de prototipo, ya que aun no se desarrollan modelos bajos los reales procesos de fabricación en las máquinas Die-Cutter.

Con EE³ se instaura una nueva posibilidad de creación de mobiliario bajo una industria con distinto origen, ya que su implementación no requerirá cambios estructurales ni inversiones externas.

Así, queda abierta la posibilidad de seguir investigado el cartón y la forma, para realizar futuras modificaciones tanto en el material de origen como en las planimetrías de las piezas, y poder desarrollar mobiliario cortado por troquel en conjunto con la empresa CMPC.

Agradecimientos

A mi Profesor guía Tomas de Iruarrizaga, quién nunca perdió la fe en este proyecto.

A CMPC por la aporte de cartón para realizar todos los modelos y prototipos.

A Emerson Huinca, Tomás Corvalán y Violeta Echaurren, quienes fueron mis manos cuando las mías estaban ocupadas.

A Antonia Berger, por enseñarme hasta el último día.

A Camila Mancilla, por su incondicional apoyo y motivación sincera.

A mis padres María Alicia Ribes y Jorge Neira, por confiar en mí a pesar de todos los tropiezos.

A Roxana Suazo, por escucharme, entenderme y soportar mi desorden.

A mi familia, por ser la mejor fuente inagotable de amor y energía.

A Carlos Cisterna por su disposición y ayuda.

Y a mi sobrino Santiago León, por ser mi motivación a terminar mis estudios para ser un aporte en tu futuro.

Bibliografía

1) Wiggle Side Chair fue diseñada y construida por Frank Gehry entre los años 1969-73. Ésta corresponde a su colección <<Easy Edges>> ya que está construida en cartón corrugado pegados en serie.

2) Der Stil in der technischen und tektonischen Künsten publicado en los años 1860-1862, traducido y editado al español como El Estilo en las Artes Técnicas y Tectónicas por Juan Ignacio Azpiazu.

3) El Estilo de Gottfried Semper, editado y traducido por Juan Ignacio Azpiazu, en su primera edición. Extracto del capítulo Semper – Adorno, página 185.

4) Forma resistente por Juan Baixas. Cita extraída de la página 15, libro 2da edición año 2010. Ediciones ARQ, Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile.

5) ¿Qué es Innovación? Definición y Significado (Zonaeconomica.com - zonaeconomica.com - Agosto Del 2013) - <http://www.zonaeconomica.com/innovacion>

6) El día Miércoles 1 de Junio del año 2016 se publicó en el Diario Oficial de la República de Chile Ley núm. 20.920 por parte del Ministerio del Medio Ambiente.

7) Diario Oficial de la República de Chile Ley núm. 20.920 publicada el día Miércoles 1 de Junio del año 2016. Artículo 3° De niciones. Número 7: Ecodiseño.

