

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE MUEBLES EN LA EMPRESA COLINEAL

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

AUTOR: JAVIER ALEJANDRO IGLESIAS GRANDA

DIRECTOR: ING. JOHN CALLE SIGÜENCIA, MSc.

CUENCA – ECUADOR

2014

DECLARACIÓN

Yo, Javier Alejandro Iglesias Granda con número de cédula 010224696-4 declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Javier Alejandro Iglesias Granda

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Javier Alejandro Iglesias, bajo mi supervisión.



Ing. John Calle Sigüencia, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios quien guio mi camino para la culminación de este trabajo y así completar esta parte importante en mi vida.

Agradezco a mi familia quien nunca dejó de creer en mi y fueron mi soporte para seguir adelante

Gracias a mis padres quienes pusieron todo su esfuerzo para que yo pueda llegar a la terminación de este trabajo y con él la obtención de mi título.

Gracias a mi Director de Tesis quien tuvo la paciencia y entrega para guiarme en este proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios ya que sin su voluntad nada es posible y no hay camino a seguir, también quiero dedicar a mis hijas que llegaron a mi vida para darle un sentido y un valor hermoso, este trabajo no ha sido solamente un esfuerzo solamente mío sino de toda mi familia ya que han sacrificado mucho tiempo que dedique a este trabajo y no lo pudimos compartir. Este esfuerzo es solamente el reflejo del amor de Dios por nuestra familia y le ruego siga guiando mis pensamientos y acciones para su obra.

Índice de contenidos

1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LOS MUEBLES EN LA EMPRESA COLINEAL.....	9
1.1	Introducción	9
1.1.1	Visión	10
1.1.2	Misión.....	10
1.2	Proceso de Manufactura.....	11
1.2.1.1	Muebles de Cajón.....	11
1.2.1.2	Muebles de la línea de Camas.....	15
1.2.1.3	Sillonería.....	16
1.2.1.4	Muebles Tapizados.....	17
1.2.1.5	Gabinetes Melamínicos.....	18
1.2.2	Investigación y Desarrollo.....	20
1.2.2.1	Requisitos de producto.....	20
1.2.2.2	Codificación	23
1.2.3	Fabricación del mueble	25
1.2.3.1	Preparación de madera:	25
1.3	Preparación de tableros.....	31
1.3.1	Aglomerado.....	31
1.3.2	Trabajabilidad.....	32
1.3.3	Recubierto con chapa.....	33
1.3.4	Aplicaciones	33
1.3.5	Tableros de MDF.....	34
1.3.5.1	Trabajabilidad	35
1.3.5.2	Chapa.....	38
1.3.5.3	Maquinado de Tableros.....	42
1.3.5.4	Lijado de tableros.....	43
1.4	Montaje inicial.....	45
1.5	Lacado.....	46
2	ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA PARA HOGAR Y OFICINA.....	49

2.1	Materiales de fabricación.....	49
2.1.1	Diseño.....	49
2.1.1.1	Tipos de diseño.....	50
2.1.1.2	Estado de la ingeniería del mueble.....	53
2.2	Características de los sistemas de construcción del mueble.....	53
2.2.1	Sistema estructural.....	55
2.2.1.1	Armaduras libre.....	55
2.2.1.2	Armaduras rígidas.....	56
2.2.2	Consideraciones de carga.....	56
2.2.2.1	Análisis de comportamiento.....	57
2.2.2.2	Análisis de comportamiento sobre estructura tipo panel.....	58
2.3	Descripción de procesos técnicas y aplicaciones.....	59
2.3.1	Diseño del mueble y prototipos.....	61
2.3.1.1	Aspecto formal.....	61
2.3.1.2	Aspecto técnico.....	61
2.3.2	Recepción y almacenamiento de materias primas.....	62
2.3.3	Mecanizado de la madera.....	62
2.3.3.1	Marcaje.....	63
2.3.3.2	Tronzado.....	63
2.3.3.3	Aserrado.....	63
2.3.3.4	Cepillado.....	63
2.3.3.5	Regruesado.....	64
2.3.3.6	Corte a medida.....	64
2.3.3.7	Moldurado y Fresado.....	64
2.3.3.8	Taladrado y Escopleado.....	65
2.3.3.9	Espigado.....	65
2.3.3.10	Torneado.....	65
2.3.3.11	Tallado.....	66
2.3.4	Mecanizado de tableros.....	66
2.3.4.1	Corte a Medida.....	66
2.3.4.2	Chapado de Cantos.....	67
2.3.4.3	Moldurado y Fresado.....	67
2.3.5	Taladrado.....	68
2.3.6	Pre-encolado.....	68
2.3.7	Montaje, incluyendo encolado.....	68
2.3.8	Barnizado.....	69
2.3.8.1	Masillado.....	70
2.3.8.2	Fondeado.....	70
2.3.8.3	Lijado intermedio.....	70

2.3.8.4	Glaseado.....	70
2.3.8.5	Climado.....	71
2.3.8.6	Entonado.....	71
2.3.8.7	Acabado.....	71
2.3.9	Montaje de acabados.....	71
2.3.10	Embalaje.....	71
2.3.11	Expedición.....	72
2.3.12	Operaciones auxiliares.....	72
2.4	Identificación de materiales.....	73
2.4.1	Madera.....	74
2.4.2	Tableros.....	77
2.4.2.1	Tableros aglomerados.....	78
2.4.2.2	Tableros de MDF.....	80
3	PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE MUEBLES.....	83
3.1	Análisis para establecer las mejoras en los procesos de fabricación de muebles.....	83
3.1.1	Matriz de Boston.....	84
3.2	Gestión por procesos.....	85
3.3	Análisis del velador Basilea unión aglomerado tarugo pegamento.....	87
3.3.1	Cálculo de esfuerzos velador aglomerado-tarugo-cola.....	91
3.3.1.1	Calculo de la unión o junta.....	92
3.4	Análisis velador Basilea unión MDF - Folding.....	95
3.4.1	Calculo de esfuerzos velador MDF en Folding.....	104
3.5	Verificación de los datos obtenidos mediante el programa de análisis de estructuras.....	107
3.5.1.1	Análisis de elementos individuales.....	110
4	ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	113
4.1	Generalidades.....	113
4.1.1	Clasificación de los proyectos.....	113
4.1.1.1	Inversiones dependientes.....	114
4.1.1.2	Inversiones independientes.....	115

4.1.1.3	Proyectos de inversión mutuamente excluyentes.....	115
4.1.2	Etapas de un proyecto.....	115
4.1.2.1	Idea.....	116
4.2	Análisis de viabilidad.....	116
4.2.1	Área tecnológica.....	117
4.2.2	Área legal.....	117
4.2.3	Área económica.....	118
4.3	Estudio del mercado.....	118
4.3.1	Comportamiento económico del mercado para el proyecto.....	120
4.3.1.1	Comportamiento de la demanda.....	120
4.3.1.2	Comportamiento de la oferta.....	120
4.3.1.3	Comportamiento de los costos.....	121
4.4	Cálculos para el financiamiento y rentabilidad del proyecto.....	121
4.5	Costos del proyecto.....	121
4.5.1	Costos de funcionamiento del proyecto.....	122
4.6	Imprevistos del proyecto.....	122
4.7	Maquinaria y equipos.....	123
4.8	Flujo de caja.....	123
4.9	Análisis de costos por cada centro de Costo.....	125
4.10	Tasa interna de retorno (TIR).....	127
4.10.1	Definiciones del TIR.....	128
4.10.2	Reglas para la utilización del TIR.....	128
4.11	Valor actual neto (VAN).....	129
4.11.1	Reglas para realizar una inversión utilizando la VAN.....	129
4.12	Resultados del tir y el van.....	130

1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LOS MUEBLES EN LA EMPRESA COLINEAL.

1.1 Introducción

El grupo corporativo Colineal dedicado a la fabricación y comercialización de muebles y accesorios para hogar y oficina inició sus actividades en el año 1977, el Ing. Roberto Maldonado presidente de la compañía, inició esta actividad tomando la carpintería de su padre el Sr. Roberto Maldonado (Padre) que tenía 4 trabajadores y convirtiéndola en toda una industria con más de 900 trabajadores en la actualidad.

La empresa está dividida entre la parte productiva y la comercial. La fábrica que lleva como razón social carpintería y tapicería internacional y la comercializadora que parte del Grupo Corporativo Colineal.

La empresa tiene más de 26 locales a nivel nacional y de almacenes en el exterior como son las megatiendas de Lima, Bogotá, Panamá y distribuidores en importantes ciudades de Estados Unidos. Estos almacenes no solo comercializan los productos producidos por la misma empresa sino también accesorios de decoración, colchones, somieres, artículos de iluminación, accesorios para cocina, alfombras, edredones y muchos otros. Actualmente tiene más de 600 modelos de muebles en producción que se fabrican en las diversas líneas, y estas son:

- Muebles de Cajón.
- Dormitorios
- Sillonería
- Gabinetes melamínicos
- Muebles Tapizados

La producción de la fábrica ha crecido mucho en estos últimos años, debido a la gran demanda del mercado local de los muebles de Colineal caracterizados por su alto nivel

de calidad y diseño. Es así que la empresa ha invertido una gran cantidad de dinero en maquinaria de última tecnología como son las máquinas de control numérico especializadas en el trabajo con madera u sus derivados.

Actualmente la empresa mantiene una producción mensual de mas de 3000 unidades de muebles de madera , 1000 salas y 5000 sillas tapizadas. La capacidad instalada es mayor ya que en estos datos no están incluidos proyectos especiales como son las ventas corporativas, entre ellos destacan proyectos habitacionales importantes de los cuales Colineal fabrica la gabinetería de cocina, closets y muebles de baño, como en Praderas de Bemani que son 1068 departamentos lo que equivale a un contrato que llega a los dos millones de dólares para tres años. Proyecto habitacional EMUVI con 184 departamentos.

Las ventas en el exterior del país también mejoran cada día llegando este momento a exportar más del 20 % de la producción mensual, haciendo también que se abran nuevas tiendas en el exterior.

1.1.1 Visión

Mantener el liderazgo en el negocio de fabricación y comercialización de muebles y complementos para la decoración del hogar en el mercado ecuatoriano, e incrementar nuestros mercados en el exterior, obteniendo rentabilidad y crecimiento continuo.

1.1.2 Misión

Fabricar y comercializar muebles para el hogar y oficina con la más alta calidad y diseño, logrando satisfacer totalmente a los clientes, y alcanzando rendimientos financieros acordes a la inversión, con un personal altamente motivado, capacitado y satisfecho.

1.2 Proceso de Manufactura

La empresa esta estructurada de acuerdo al organigrama en el Anexo 1 y posee varios procesos de producción detallados a continuación:

Líneas de producción.

Actualmente la fabricación de muebles en Colineal está dividido en líneas de producción, las cuales mencionamos anteriormente y son:

- Muebles de Cajón.
- Camas
- Sillonería
- Gabinetes melamínicos
- Muebles Tapizados

Cada mueble que se fabrica pertenece a una de estas líneas, podemos colocar algunos ejemplos de cada uno de ellos para poder entender más fácilmente que hace cada línea de producción.

1.2.1.1 Muebles de Cajón.

Los muebles de cajón son aquellos que tienen una estructura de gabinete, llevan costados, tablero o travesaños superiores, tablero o travesaños inferiores y una trastapa que es la que en realidad le da estructura y estabilidad al mueble, es decir forman un cajón.

En esta línea se fabrican también los complementos como las mesas centro, las mesas esquineras y las consolas. Los comedores también forman parte de esta línea. Se puede resumir que en esta línea se fabrican los siguientes muebles:

- Mesas de comedor (rectangulares, cuadradas, circulares, ovaladas, etc)
- Aparadores
- Vitrinas
- Espejos de aparador



Figura 1.1 Comedor Verona [1]

Complementos:

- Mesas de centro
- Mesas esquineras
- Consolas
- Mesas de sofá



Figura 1.2 Mesa de Centro y Esquinera Sicilia [2]

Muebles de cajón:

- Bares
- Centros de Entretenimiento
- Joyeros
- Espejos de pie



Figura 1.3 Centro de Entretenimiento Basilea [3]

Muebles de Dormitorio:

- Cómodas
- Semaneros
- Veladores



Figura 1.4 Auxiliar de Dormitorio Basilea, Velador Basilea, Espejo Basilea [4]

Muebles de oficina:

- Escritorios
- Archivadores
- Bibliotecas



Figura 1.5 Oficina Danes [5]

1.2.1.2 Muebles de la línea de Camas.

Debido al elevado requerimiento de camas por parte de la comercializadora se decidió que haya una línea específica para fabricar camas en sus diferentes medidas y diseños:

- Cama de 3 plazas o King size. (2000 x 2000 mm)
- Cama de 2 ½ plazas o Queen size. (1600 x 2000 mm)
- Cama de 2 plazas o Full size (1350x 1920 mm)
- Cama de 1 ½ plazas o Twin size (1050 x 1920 mm)
- Literas (en diferentes medidas)
- Cabeceros (regularmente para hoteles) ¹

¹ Medida estándar de colchón manejado en Colineal



Figura 1.6 Cama Ingles [4]

1.2.1.3 Sillonería.

Esta línea de producción se especializa en la fabricación de:

- Sillas
- Butacas
- Sillónes Auxiliares
- Bancos pie de cama
- Chase longs.



Figura 1.7 Sillón auxiliar Calabria [1]

1.2.1.4 Muebles Tapizados.

La línea de Tapicería abarca una gama muy grande de muebles que como característica principal van forrados en su mayoría por un textil como puede ser un tapiz, un simil cuero, o cuero.

Salas que pueden llevar diferentes configuraciones o muebles como:

- Sofá Triple
- Sofá Doble
- Sillón
- Ottoman
- Salas modulares
- Sillones auxiliares tapizados



Figura 1.8 Sala Nantes [2]

1.2.1.5 Gabinetes Melamínicos

En esta línea de producción abarca los proyectos cuya materia prima son los tableros cubiertos con una lámina melamínica de diversos acabados o apariencias.

Principalmente estos proyectos son de muebles de cocina y closets.



Figura 1.9 Cocina moderna [6]

La fabricación de todos los muebles anteriormente señalados inicia con el proceso de Diseño y Desarrollo el cual está a cargo del departamento de Investigación y Desarrollo.

Como se había indicado anteriormente la fabricación de los muebles está dividida por líneas de producción y cada línea tiene su propio equipo de Investigación y parte técnica. Esta persona o personas deben seguir el procedimiento establecido para el desarrollo de los productos en sus respectivas líneas.

El área técnica y su responsable en cada línea tiene las siguientes funciones:

- Elaborar los planos técnicos de los muebles, tanto del conjunto en 3 dimensiones como de sus particulares.
- Elaborar los listados de materiales de los muebles.
- Codificar y cargar los datos técnicos en el sistema informático “GP”.
- Actualizar las carpetas y los datos del sistema en caso de haber un cambio en la estructura del mueble o en sus especificaciones.
- Elaborar escalas 1:1 y documentación técnica para elaboración de plantillas y matrices que servirán para la producción de los muebles en desarrollo.

- Supervisar la producción del prototipo.
- Supervisar la producción del lote piloto.
- Programas para las máquinas CNC.

1.2.2 Investigación y Desarrollo.

El objetivo principal de este departamento es el de desarrollar nuevos productos y de mejorar los ya existentes. Para ello se tiene como entrada al proceso los siguientes documentos:

- Elemento de Entrada
- Requisito de producto.

Elemento de Entrada:

Es toda información entregada por el Presidente Ejecutivo de la empresa o por el Directorio de la compañía que va a delinear los nuevos productos en cuanto a su tendencia. Esta información que puede ser tanto física como fotografías, catálogos, revistas, muebles, etc, como también digital, por ejemplo: páginas web, archivos con fotografías, catálogos digitales etc. Esta información va a guiar sobre que tendencia lleva la moda de los muebles y cuál es el criterio de fabricación para la nueva producción.

1.2.2.1 Requisitos de producto.

Los requisitos de producto son las exigencias que deben cumplir los productos a desarrollar y estas exigencias van desde los materiales con los cuales se deben fabricar hasta la funcionalidad que tendrá los muebles.

Estos requisitos son entregados por Presidencia o por el Directorio Ejecutivo pero siempre serán referidos a las exigencias del cliente final o usuario de los productos.

Entre los requisitos que siempre se deben tener están: los materiales principales con los que se van a fabricar como la madera, los tableros, la chapa decorativa, el color del

mueble, acabado en general (brillo, pátinas, pulidos), cerrajería, ergonomía, detalles de instalación (en caso de requerir), embalaje, etc.

Con los dos formatos, más la información detallada en los mismos, el jefe del departamento de Investigación y Desarrollo procede a elaborar una carpeta técnica de cada uno de los productos a fabricar. En esta carpeta se debe llenar un formato de factibilidad, en el cual detalla que se puede fabricar el mueble cumpliendo completamente con los requisitos de producto anteriormente detallados y debe firmar su aceptación.

Este formato es de vital importancia ya que en muchas ocasiones no se encuentra los requisitos del producto y son impuestos por un cliente externo a la empresa por lo que no conoce los procesos internos, y esto hace que algunas veces no se pueda cumplir con estos requisitos y se deba renegociar el proyecto hasta llegar a un acuerdo.

Es común que un diseñador o Arquitecto estén involucrados con los requisitos iniciales del producto sobre todo cuando viene desde un cliente externo o un proyecto especial como un Hotel, una institución u otra organización, es ahí donde principalmente se debe llegar a un acuerdo en los requisitos de producto para que tanto el cliente final pueda obtener el producto y la empresa pueda fabricarlo.

Luego de esto el Dpto. de Investigación y Desarrollo debe generar la información técnica necesaria para desarrollar el prototipo, esta información será principalmente:

- Lista de piezas de madera sólida
- Lista de piezas de tableros
- Lista de cerrajería
- Dibujo tridimensional para mostrar el mueble armado
- Vistas Generales con medidas
- Detalles especiales necesarios para la fabricación del prototipo.
- Programas para las máquinas CNC.

A continuación se detalla el mapa de procesos del departamento de Investigación y Desarrollo.

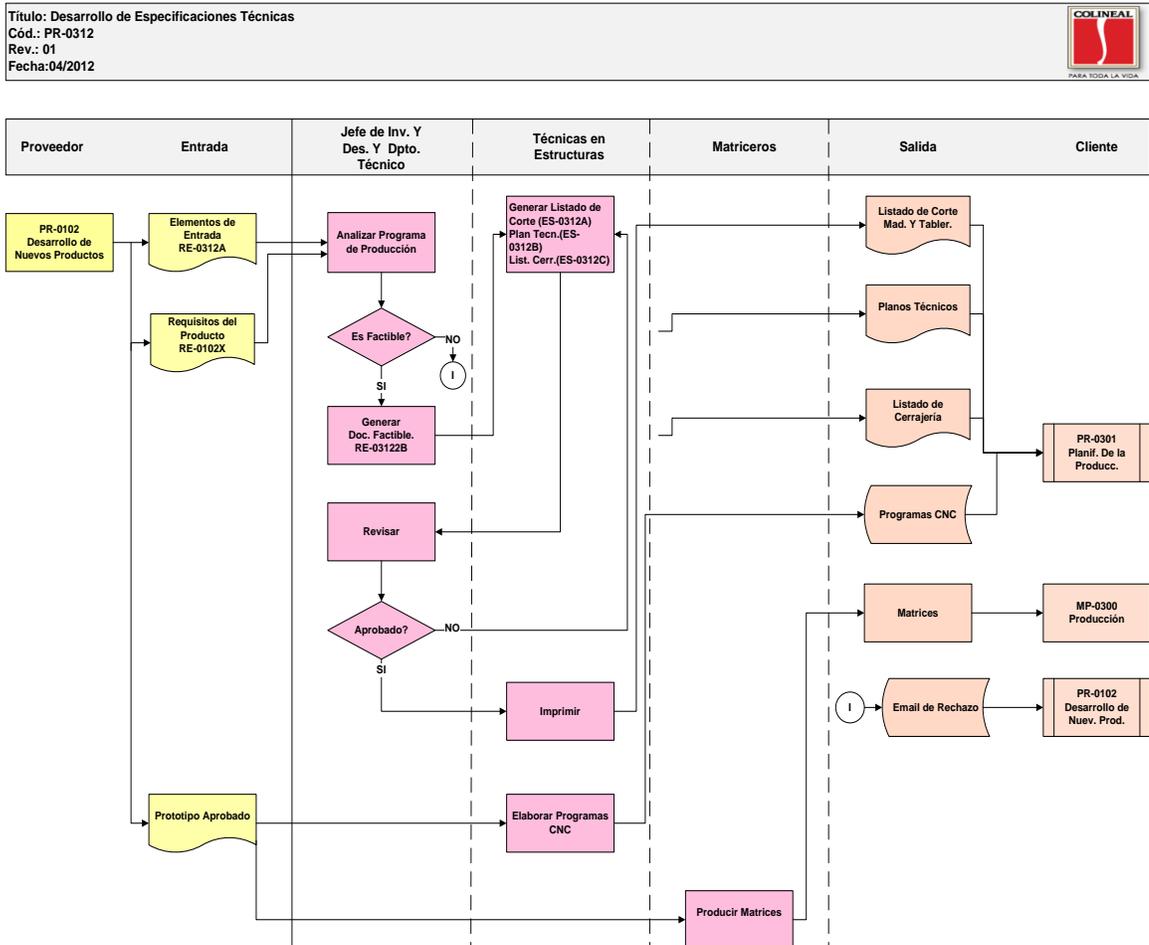


Figura 1.10 Mapa de procesos de investigación y desarrollo [7]

Como se identifica en la Figura 1.10 el siguiente paso es la fabricación del prototipo con la información técnica. Para ello el responsable del desarrollo le asigna un nombre y un código en acuerdo con la comercializadora.

1.2.2.2 Codificación

La codificación de un producto nuevo implica asignarle al menos 13 dígitos que van a identificarlo en el proceso productivo.

Además de identificarlo como un producto dentro del sistema informático, el código lleva mucha información del producto implícita ya que cada letra o número o grupo de ellos significa algo, a continuación se detalla el significado de cada parte de ella.

Este es un código de ejemplo:

COL103W0BA440

Pertenece a una cama BASILEA de 2 plazas y media en color wengue. Y la información que lleva el código está dividida de la siguiente forma:

- Las tres primeras letras o cifras indica la marca, en este caso COL pertenece a Colineal pero puede ser CAR para Carpenter o HER para Heritage, estas son las marcas más comunes pero existen otras que se puede consultar en el anexo 2
- Las tres siguientes letras o cifras indica la familia, en este caso 103 para Dormitorios, las demás se puede consultar en el anexo 2
- La siguiente letra o cifra indica el color en el que va a ser terminado el mueble; W es para el color Wengue, pudiendo ser S para Sanchez Brown o P para Carpenter, el cero “0” se utiliza cuando no tiene un color definido o si tiene color combinado. Demás colores revisar en anexo 2
- La siguiente cifra indica la versión, 0 para la inicial, y cuando el mueble sufra alguna modificación pero que no afecte al nombre o mayoritariamente su estética

como para no necesitar un cambio de nombre pues se actualiza la versión a 1 o consecutivamente la que toque.

- Las dos siguientes letras o cifras indican la familia, en este caso BA significa que pertenece a la línea BASILEA , demás familias consultar en anexo 2
- Las dos siguientes cifras significan el artículo, en este caso el 44 indica que es una cama de 2 y media plazas o Queen size. Otros artículos consultar en anexo 2.
- La última cifra es un comodín que indica diversos factores como por ejemplo la geometría, O para ovalado, C para circular, 0 no aplica, etc. Demás opciones revisar en anexo 2

Una vez ingresada la información respecto a las cantidades de materiales en el código creado es necesario asignarle una ruta que no es más que especificar los centros productivos por donde pasa la materia prima y sufre alguna transformación. Además esta ruta definirá la línea de fabricación del producto y por ende la línea que facturará el producto una vez terminado.

En el desarrollo de un producto nuevo va a ser indispensable la fabricación de un prototipo ya que sin importar cuán avanzadas sean las herramientas informáticas siempre se va a necesitar apreciar físicamente el mueble ya que solo así se aprecian algunos detalles como la proporción de las partes, o como el verdadero color de la madera y sus acabados.

Entonces se reúne en una carpeta toda la información y que se detalla a continuación:

- Lista de piezas de madera sólida
- Lista de piezas de tableros
- Lista de cerrajería

- Dibujo tridimensional para mostrar el mueble armado
- Vistas Generales con medidas
- Detalles especiales necesarios para la fabricación del prototipo.

A esta información se suma los datos que están cargados en el sistema informático GP, y se puede programar la fabricación del prototipo.

Esta fabricación del prototipo al igual que la de la producción normal requiere que la materia prima sea transformada en diversas secciones o centros de costo que como se explicó anteriormente definen la ruta del mueble. Para el ejemplo que se ha tomado se explica el proceso de fabricación de un mueble como la cama Basilea desde cuando se programó y se entrega a los jefes de línea la documentación necesaria para arrancar la fabricación.

1.2.3 Fabricación del mueble

Como se ve en la lista de documentación generada, la carpeta técnica lleva un listado de piezas de madera sólida la cual es entregada al jefe de la línea de preparación de madera.

1.2.3.1 Preparación de madera:

Actualmente la fábrica utiliza dos maderas importadas: Lengua que es un cerezo chileno importado desde el sur del continente americano, desde cabo de hornos y que se lo utiliza para las partes visibles en los muebles debido a su jaspe que es muy atractivo. La otra madera es el Poplar que es importada desde el centro y norte de Estados Unidos, una madera de color amarillo verdoso que no presenta ojos o muy pocos y que viene en tablones de hasta 5 metros de largo.



Figura 1.11 Madera importada

La madera que proviene del mercado nacional viene aproximadamente con un 18 a 20 % de humedad relativa. Con esta humedad no es posible trabajar y no se garantiza la estabilidad de la madera por lo que se envía a un proceso de secado de la madera en hornos controlados.



Figura 1.12 Hornos de secado

El proceso de secado se da por medio de transferencia de calor y de humedad, estos elementos son proporcionados por el caldero de combustible seco en este caso leña con el que cuenta la empresa.

Una vez que se obtiene la madera seca, es decir con el porcentaje de madera permitido pasa a los procesos por arranque de viruta y que le van a dar la forma y dimensiones requeridas.



Figura 1.13 Sierra al ancho

El primer proceso es el corte al ancho del tablón, este corte se realiza con una sierra, como se ve en la Figura 1.13

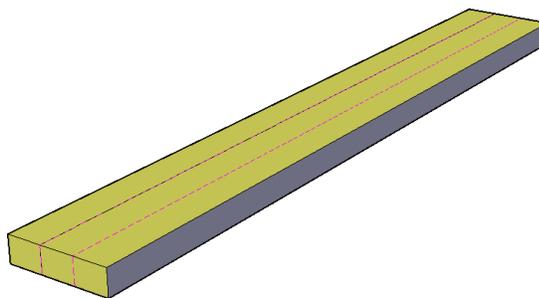


Figura 1.14 Corte del tablón

Se corta los tablonos en la dirección que indica la línea punteada en la Figura 1.14

El siguiente paso es cortar la madera al largo, para ello se utiliza una sierra trozadora. Esta máquina se muestra en la Figura 1.15.



Figura 1.15 Sierra al largo

De esta forma se obtiene las piezas en medidas brutas, es decir que tienen un exceso en todas sus dimensiones, además este proceso sirve para sanear la madera es decir, del tablón, se puede mediante estos cortes, tanto el largo como el ancho quitar las partes dañadas o manchadas de la madera y que serían perjudiciales para el mueble.

Luego de estos procesos descritos, las piezas de madera pasan a un proceso de cepillado y pulido en una máquina llamada CUBE (llamada por su marca) y que consiste en un cepillo de cuatro caras, es decir que pule por las cuatros caras dejando en la medida exacta.



Figura 1.16 Cepilladora cube

Esta máquina de control numérico permite ingresar las medidas finales en el panel digital y automáticamente se calibran los cepillos a la medida indicada.

Consta con una ayuda visual que consiste en unas luces laser que indicarán por donde pasarán los cepillos. El siguiente paso para la madera que ya fue dimensionada es pasar por la moldreadora que es una máquina que tiene 6 motores independientes y mandriles para sujetar las cuchillas respectivas y realizar molduras sobre las piezas de madera.

En esta máquina ingresan las piezas de madera rectas y deben tener al menos dos de sus lados en escuadra para poder apoyarse tanto en la mesa como en la regleta guía posterior. Luego estas piezas de madera ingresan a la máquina con sección rectangular y al pasar las cuchillas le dan la forma requerida de acuerdo al perfil especificado. El perfil es la sección que va a tener luego de haber pasado por la moldreadora y está numerada desde el número 001 hasta la 545 actualmente y conforme se desarrollan nuevos muebles muchas veces es necesario crear nuevos perfiles con nuevas cuchillas.



Figura 1.17 Perfil hecho en la moldureadora

Las piezas de madera luego de ser maquinadas por esta máquina necesita ser cortada al largo, es decir cortar las piezas en la longitud necesaria ya que para entrar en esta máquina tenía exceso al largo.



Figura 1.18 Moldureadora de 6 cabezales

Para poder cortar al largo se utiliza una máquina llamada sierra doble, llamada así por que tiene dos sierras que permiten cortar la madera paralelamente y dejando la medida longitudinal de acuerdo a lo requerido.



Figura 1.19 Sierra doble

Luego de esto se puede decir que la madera está “preparada” ya que ha terminado el proceso de preparación.

1.3 Preparación de tableros

Otro de los materiales esenciales del carpintero moderno y de la empresa La Carpintería, son los tableros de partículas, entre ellos destacan dos: el aglomerado y el MDF.

1.3.1 Aglomerado.

El Aglomerado es un tablero que tiene multicapas y está formado por partículas de madera donde las más gruesas están al centro y las finas en las caras exteriores o superficies. Se aglutinan con resina y son prensadas en condiciones controladas de presión, tiempo y temperatura.

El aglomerado está fabricado principalmente con madera de pino y presenta unas muy buenas propiedades físicas y mecánicas gracias a su buena cohesión interna y resistencia homogénea. Además de presentar una superficie tersa y homogénea.



Figura 1.20 Aglomerado normal de 15 mm de espesor.

Debido a los aglutinantes usados en su fabricación presenta una muy buena resistencia a la combustión. También tiene muy buenas cualidades al momento de usarlo como aislante térmico y acústico.

1.3.2 Trabajabilidad

Este tablero por sus características propias requiere que se utilice herrajes propios para aglomerado como tornillos. Para utilizar un tornillo en el aglomerado ya que es el método de unión más común se recomienda hacer una perforación guía de un diámetro cercano al 50% del diámetro externo del tornillo a utilizar. Esta perforación guía debe ser entre 2 a 3 mm mayor a la longitud del espacio que el tornillo va a ocupar dentro del tablero.

El calibre del tornillo de seleccionarse de acuerdo al espesor del tablero y no debe ser mayor al 20 % del espesor del tablero.

Se recomienda el uso de tornillos estriados con rosca corrida y sección recta diseñados para tableros aglomerados. No se recomienda el uso de clavos o tornillos tradicionales utilizados en madera sólida, ya que pueden presentar una falta de agarre.

El aglomerado se puede cubrir con un sin número de materiales como chapas de madera, laminados, u otros materiales y se debe usar cementos de contacto o cola blanca apropiada para estos usos, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Para asegurar la estabilidad del material se recomienda sellar los cantos de los tableros con bordos, silicon, pinturas o cualquier otro material que impida el ingreso de la humedad, ya que este tablero no presenta una buena resistencia a la humedad.

En el caso de climas tropicales donde la humedad es alta se recomienda utilizar un aglomerado especial con resistencia a la humedad, este es llamado **AGLOMERADO TROPICAL** y presenta una mejor resistencia al hinchamiento y descomposición por efectos de la humedad, debido a las resinas fenólicas con las cuales está prensado el particulado al interior del tablero. [8]

1.3.3 Recubierto con chapa.

El tablero de aglomerado recubierto con chapa de madera decorativa presenta principalmente beneficios estéticos ya que puede tener chapas de todo tipo de madera tanto nacionales como importadas y puede llevar chapa llana como diseños elaborados los cuales se denominan plumas o marquetería.

1.3.4 Aplicaciones

El tablero cubierto con chapa de madera presenta como principal característica la estética por lo que podemos deducir que las aplicaciones pueden ser: bibliotecas, puertas interiores, puertas de closets, escritorios, paredes, muebles finos y decoración en general.

En el mercado nacional se puede encontrar en las siguientes medidas:

Espesor en mm	Tamaño m x m	Densidad Kg/m³
5	2.42 x 2.12	750
7	2.42 x 2.12	720
10	2.42 x 2.12	680
13	2.42 x 2.12	650
16	2.42 x 2.12	650
20	2.42 x 2.12	650
26	2.42 x 2.12	650
31	2.42 x 2.12	640

Tabla 1.1 Medidas del aglomerado enchapado [8]

1.3.5 Tableros de MDF

Los tableros de MDF (Medium Density Fiber) está fabricado por un particulado mucho más fino y homogéneo que en el caso del tablero aglomerado, este es principalmente de madera de pino radiata. En el medio también es conocido como trupan debido a una de las principales fábricas de Latinoamérica ubicada en la provincia Biobio en Chile.

Esta estructura homogénea y fina permite obtener caras y cantos con un acabado perfecto sin necesidad de sellar o tapar los mismos, se trabaja igual que en la madera maciza ya que permite ser tallado y fresado pero presenta una estabilidad dimensional muy superior a la madera.

El mdf presenta una densidad que va entre los 600 Kg/m³ hasta los 850 Kg/m³. Las características que lo hacen único en su clase son que permite un acabado excepcional, con un importante ahorro de pintura o laca, un menor desgaste de herramientas, y su gran versatilidad hacen que este tablero se pueda usar en casi todas las aplicaciones pensables.



Figura 1.21 MDF normal de 15 mm de espesor [8]

1.3.5.1 Trabajabilidad

El MDF presenta magnificas propiedades de maquinabilidad debido a su homogeneidad.

Para el fresado se debe considerar herramientas con aristas de Widia y muy altas velocidades de trabajo, ya que de lo contrario se produce un desgaste acelerado del filo de corte de las herramientas.

Para el acabado estético es necesario que esté muy bien lijado y libre de polvo y se debe hacer un énfasis especial en el lijado de los cantos ya que es el lugar presenta una mayor absorción de las pinturas o sellantes.

Para la fijación de las piezas al igual que en el tablero aglomerado es importante usar los tornillos adecuados y cuando es posible la unión con tarugos, y no exceder la presión entre las piezas ya que pueden dañar los bordes.

En la siguiente tabla se encuentra los tamaños del MDF en el mercado ecuatoriano:

Espesor en mm	Tamaño m x m	Densidad Kg/m³
5	2.42 x 1.83	800
7	2.42 x 1.83	750
10	2.42 x 1.83	700
13	2.42 x 1.83	595
16	2.42 x 1.83	595
19	2.42 x 1.83	595
26	2.42 x 1.83	595
31	2.42 x 1.83	595
35	2.42 x 1.83	535
36	2.42 x 1.83	535
39	2.42 x 1.83	535
46	2.42 x 1.83	470

Tabla 1.2 Medidas del tablero de MDF [8]

El proceso al cual se denomina preparación de tableros inicia con la recepción de los tableros desde los proveedores, entre los cuales están: DISTABLASA , EDIMCA Y MASISA.

Como estrategia de la empresa, se trabaja en conjunto con los proveedores creando una bodega de campo, es decir que la planta no mantiene los tableros que no se van a utilizar en las próximas 48 horas y es el departamento de planificación el encargado de coordinar esta información, ya que los proveedores tienen la responsabilidad de mantener en sus propias bodegas el material que está programado para las siguientes 4 semanas de producción y la fábrica el compromiso de comprarlos de acuerdo a la planificación establecida.



Figura 1.22 Recepción de Tableros

Una vez que llegan los tableros estos empiezan el proceso de preparación en el caso que las partes deban ir enchapadas. Enchapar es el proceso en el cual se cubre el tablero en por lo menos una de sus caras o cantos con una fina capa de madera llamada chapa. Los tableros también pueden llegar enchapados desde el proveedor con lo cual estos tableros ya no ingresarían al proceso de preparación sino directamente a maquinado.

Los tableros al llegar tienen que ser cortados en las medidas requeridas para su procesamiento, estas medidas están especificadas en la lista de materiales de Enchapado (Anexo 3), esta lista es generada por el personal del departamento de Investigación y Desarrollo y va colocada en la carpeta de especificaciones técnicas.

El tablero debe ser cortado en una máquina seccionadora, que es una máquina que utilizando dos hojas de sierra (una incisora y una cortadora), la medida del tablero debe considerar un exceso en sus medidas ya que va a ser cubierto por la chapa.



Figura 1.23 Seccionadora marca HOMAG modelo CH4

1.3.5.2 Chapa

La chapa es una lámina fina de madera sólida que tiene entre 0.5 y 0.6 mm de espesor, la cual es extraída de los troncos de madera por diversos medios y métodos que a su vez le dan diferentes aspectos.

La chapa que utilizan los muebles de Colineal está determinada por la línea a la que pertenece el mueble; Por ejemplo para una línea Colineal Premium se utiliza la chapa de cerezo americano, que es importada y está presente en todas las caras visibles de los tableros, para una Línea Heritage se utiliza chapa como la raíz de chopo u otras opciones que le dan un valor agregado más alto al mueble.

En la figura 1.24 se puede ver la chapa tal como llega desde proveedores del exterior.



Figura 1.24 Chapa de cerezo americano

La chapa viene en franjas largas, cuyo ancho depende del ancho del árbol del cual fue extraída, Estas franjas tienen un promedio de 250 mm de ancho y tomando como ejemplo una mesa de comedor que tiene aproximadamente un metro de ancho, estas franjas no van a poder cubrir la mesa a menos que se unan varias de estas franjas de madera para formar lo que se conoce en la fábrica con el nombre de sábana.

El primer paso es cortar la chapa al largo, para poder darle la dimensión exacta que se requiere se utiliza una cizalla al largo. (Figura 1.25)



Figura 1.25 Cizalla al largo

Luego de esta operación es necesario cortar al ancho todo el paquete de chapa para lograr que los filos queden perfectamente paralelos y sin defectos y conseguir una unión perfecta.

Esto se hace con una cizalla al ancho indicada en la figura 1.26. En cualquiera de los dos casos tanto la cizalla al largo como la cizalla al ancho tienen instaladas seguridades que previenen que los operadores tengan sus manos en lugares peligrosos cuando operan las máquinas.



Figura 1.26 Cizalla al ancho

Una vez cortadas las láminas se unen utilizando una máquina juntadora que derrite un hilo de poliéster sobre las dos partes de la chapa logrando que se unan sin dejar espacio entre las chapas ni dejando se sobre monten una sobre la otra.(Figura 1.27)



Figura 1.27 Juntadora de Chapa

Una vez que está cortado los tableros y está la chapa de madera junta o unida, se continúa con el proceso de unión permanentemente de la chapa al tablero.

En primer lugar se aplica una capa de pegamento en las dos caras del tablero cortado mediante un rodillo encolador.(Figura 1.28)



Figura 1.28 Rodillo Encolador

Siempre será necesario colocar chapa por las dos caras del tablero ya que por efectos de la dilatación térmica si se coloca en una sola cara la chapa al tener un diferente

coeficiente de dilatación se tendería a torcer el tablero, por eso se denomina a la chapa colocada en la cara interna o del otro lado a la visible como chapa balance.

Inmediatamente después de salir del encolador el tablero se coloca sobre una lámina de chapa y por la parte superior la otra y se alimenta la prensa con este sandwich.

La prensa mostrada en la Figura 1.29 ejerce una presión de 200 bar y una temperatura constante de 115 grados centígrados para lograr el curado o cristalizado completo del pegamento.

Luego este sandwich que presenta los excesos de pegamento por el borde debe ser limpiado manualmente y cortado en la medida neta en una seccionadora, proceso similar al detallado anteriormente cuando llegaba el material del proveedor.



Figura 1.29 Prensa de tableros para enchapado

De esta forma se termina la “preparación de tableros” e inicia el maquinado de tableros.

1.3.5.3 Maquinado de Tableros

Luego de ser cortados nuevamente los tableros pero esta vez en la medida neta o definitiva, se necesita colocar chapa en los bordes de los tableros ya que muchos de

ellos son vistos. También el enchapado de cantos protege el tablero al impermeabilizarlo. Esto se hace en una enchapadora de cantos como la mostrada en la Figura 1.30



Figura 1.30 Enchapadora de cantos marca HOMAG

Se tiene que considerar el espesor de la chapa que se va a colocar en el canto al momento de cortar el tablero en la medida neta, si el tablero lleva los 4 cantos enchapados es necesario que se reste 1 mm tanto al largo como al ancho del tablero, para que se complete con el espesor de la chapa canto.

Es importante anotar que se considera Largo a la medida del tablero que lleva la dirección de la veta de la madera y no necesariamente a la medida más grande.

1.3.5.4 Lijado de tableros.

El lijado de los tableros se considera al proceso por el cual un material abrasivo como en este caso la lija, se fricciona sobre la superficie del tablero con el objetivo de eliminar cualquier astilla y preparar la superficie para recibir el acabado final o lacado.

En este caso los tableros se liján en una máquina CNC que permite introducir el valor del espesor del tablero de modo automático mediante una pinza conectada

inalámbricamente por bluetooth con la cual al censar el espesor del tablero, los rodillos de la máquina se calibran automáticamente. (Figura 1.31)

Las lijas pueden ser de respaldo de tela o de papel, para esta máquina se usa respaldo de tela para que sea más fácil la adaptación de la misma a la pieza.



Figura 1.31 Lijadora calibradora BUFFERING

Las piezas lijadas pasan al procesamiento en los centros de mecanizado CNC que son las máquinas responsables de hacer las molduras, ranuras, perforaciones y demás operaciones necesarias para en ensamblado del mueble. (Figura 1.32)

Estas máquinas son programadas desde el departamento técnico por el personal responsable del mismo o directamente por el operador de la máquina quien también puede programarla manualmente basándose en los planos técnicos que lleva la carpeta de cada mueble.

La mayoría de los centros de mecanizado para tableros que tiene la empresa son de marca HOMAG por lo que esto presenta una gran ventaja ya que el software de control es el mismo para todas ellas aunque maneje diversas versiones entre una y otra debido a que son de diferentes años de fabricación. Los operadores de las máquinas pueden manejar cualquiera de ellas debido a la similitud de estas versiones del mismo software.

Todas estas máquinas de control numérico presentan importantes aditamentos para la seguridad tanto del operador como de la máquina en si, por ejemplo tenemos alfombras de seguridad que al detectar el peso de un operador se detiene automáticamente o en otra máquina un haz de luz infrarroja que al ser interrumpido también detiene la máquina.



Figura 1.32 Centro de mecanizado BP-120

1.4 Montaje inicial

Los tableros maquinados se unen con las piezas de madera sólida en un centro llamado montaje inicial, y es donde mediante prensas tanto de cuerpos como de subconjuntos se arman los muebles con elementos de unión como tarugos, clavos, tornillos, pegamento, etc. (Figura 1.33)

En este centro se puede ver ya los muebles y su forma, también es el lugar donde se coloca parte de la cerrajería como son la parte hembra de las rieles de gavetas, los herrajes para los soportes centrales en el caso de las camas, etc.



Figura 1.33 Prensa de subconjuntos

1.5 Lacado.

Una vez que el pegamento se ha secado los muebles armados pasan a la sección de lacado, iniciando con una “revisión” que es un chequeo de todas las juntas, masillado y lijado de las mismas para permitir que los componentes que se van a aplicar a los muebles se adhieran perfectamente y no presenten problemas estéticos en lo posterior.

La sección de lacado se caracteriza por tener una cadena (Figura 1.34), la cual arrastra los carritos o plataformas donde se coloca los muebles que van a ser lacados. Durante el recorrido se aplican tres productos, el primero de ellos es el tinte, el cual le va a dar al mueble el color y va de acuerdo al pedido hecho por la comercializadora. Existe una paleta de colores establecidos en la empresa de entre los cuales se pueden nombrar algunos como el wengue, el Sanches Brown, o el Moka. Estos son nombres de los colores que tienen las diferentes familias de muebles.

Todos los colores tienen una formulación específica la cual es dada por el Ingeniero Químico a cargo del laboratorio.

El tinte también tiene un veneno que permite brindar a la madera una protección contra la invasión de insectos.

El siguiente producto aplicado en la cadena de lacado es el Sellador el cual se aplica casi inmediatamente luego del tinte ya que el primero se absorbe en pocos segundos.



Figura 1.34 Cadena de lacado dormitorios

Este producto necesita un tiempo de secado de aproximadamente unos 30 minutos, y es acelerado por medio de focos infrarrojos que elevan la temperatura de la cabina y del área de secado de sello. Una vez seco el sello es necesario lijar la superficie del mismo ya que cuando se seca el sello se forma una superficie áspera.

La función del sello o sellador como su nombre lo indica es la impermeabilización de la madera y evita el proceso higroscópico de la misma. También prepara la superficie para la aplicación del tercer producto que es la laca. La laca utilizada en Colineal es de base poliuretánica de alto contenido de sólidos lo que le permite un secado rápido y una elasticidad que evita trizaduras con el cambio de temperatura. Cuando se ha secado la laca se procede al montaje final, llamado así a la sección donde se colocan los herrajes como son bisagras, espejos, tiraderas, iluminación, etc.

Luego de una última revisión por parte del inspector de calidad se procede a identificar el mueble y el lote al cual pertenece, se embala protegiendo las partes más delicadas como se ve en la Figura 1.35 y se despacha mediante el uso de pallets.



Figura 1.35 Mueble Empacado

2 ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MUEBLES DE MADERA PARA HOGAR Y OFICINA.

2.1 Materiales de fabricación.

Para el proceso de manufactura de muebles se tienen distintos materiales los cuales dependen de factores como:

- Diseño
- Disponibilidad
- Lugar de funcionamiento

2.1.1 Diseño.

Se considera que el mueble es una de las posesiones más preciadas del hombre por la historia y por la vida que lleva cada uno de ellos ya que en él se descansa come y quizás lo lleve hasta la tumba.

Se tienen vestigios de muebles de hace 3000 años como los encontrados en la tumba de Tutankamón donde fueron guardados sillas, gabinetes y hasta una cama plegadiza, de los cuales se rescatan ensamblajes que hasta el día de hoy son usados como la espiga. El diseño de los muebles como base de orígenes históricos, evolucionaron a través de experiencias generadas por pruebas. Siendo el mueble un objeto olvidado de la ciencia estructural, su evolución se ha llegado a determinar por cualidades especificadas dadas por el diseñador. Es esta la situación actual acerca del diseño del mueble pues ninguno de los fabricados hoy poseen una certificación estructural.

Es por eso que los diseños deben ir encaminados con la parte de ingeniería dando información al consumidor de su resistencia y de las aplicaciones del mismo.

El diseño industrial es la forma de integrar, coordinar y articular todos los aspectos que de una u otra forma participan en el proceso constructivo, dando la forma a un producto en la industria bajo las reglas que determina la ejecución del mismo. Bajo este concepto existen aspectos que dan evidencia de la importancia del diseño:

- Su carácter totalizador el cual relaciona todas las propiedades del producto con la forma, las cuales se consideran como integrantes del concepto de diseño industrial, tanto las funcionales como las estéticas o las simbólicas.
- Su carácter industrial esta ligado donde comienza la industria, con la revolución industrial y la producción en serie.
- Su carácter técnico productivo el cual se base en el diseño industrial con medios de producción definidos para obtener la máxima eficiencia el cual está ligado al equipo productivo, el nivel tecnológico de la empresa y a la mano de obra directa que lo va a producir.

2.1.1.1 Tipos de diseño.

Existen tres áreas relacionadas la diseño las cuales se deben considerar para la creación de un mueble.

- Estética
- Funcional
- Ingeniería

2.1.1.1.1 Estética

Dentro del diseño se considera que la estética esta muy ligada a la moda o al gusto de la gente por la adquisición de un mueble esto es lo que en las ventas se conoce como consumo. Es por eso importante que la empresa estudie las nuevas tendencias sin

perder su estilo, pero el diseño estético no es una moda ya que posee características que deben buscar ser perdurables con el tiempo.

El diseño no se de por la forma de concebir, idear y proyectar un objeto que sea independiente a los demás el mismo debe ser plasmado antes de indicar su producción. Cabe recalcar que la estética estará por encima de todos los tipos de diseño pues los demás trabajaran para que esta se pueda ejecutar.

2.1.1.1.2 Funcional

Esta área esta definida por un planeamiento estructural que deberá estar ligada a la eficiencia del producto y el costo pues la esta area siempre implica gastos extras a lo diseñado como cerrajería y garantía.

2.1.1.1.3 Ingeniería

Donde se da un plan estratégico para el soporte estructural de tal manera que pueda resistir con seguridad de cargas en servicio. Esencialmente, el diseño de ingeniería de una pieza de un mueble como cualquier otro tipo de estructura, consiste en llevar a cabo u procedimiento:

1. Determinar las cargas sobre la estructura
2. Determinael peso de los elementos del mueble
3. Análisis de distribución de cargas
4. Rediseño de estructuras
5. Calculo de cargas sobre ensambles

Con estas características para el diseño ingenieril se provee de una metodología para cualquier pieza que conforma el mueble en cualquier condición de servicio deseada.

– *Determinación de las cargas sobre estructura*

En este punto se determinara la funcionalidad del mueble y las cargas a las cuales podrá estar sometida la estructura. Para este tipo de planteamiento se debe imponer el trato que tendrá el mueble dentro del hogar, dentro de un colegio, dentro de un centro comercial o en un hotel y en función de este trato se podrá diseñar. Luego del cálculo se puede colocar información en el mueble que indica el tipo de uso que puede soportar el cual puede ser privado o institucional.

– *Determinación del peso de los elementos de los muebles*

Se comienza con el diseño en una base CAD para revisar el volumen y el peso de cada elemento tratando de ajustarse mucho a los factores de seguridad en cuanto al traslado del mueble evitando que existan lesiones con las personas que los manipulen según al norma de seguridad del IEES el peso máximo que puede ser cargado es de 38kg y el que puede ser desplazado es de 42kg.

Una vez que se han asignado los tamaños ideales y ergonómicos para los elementos que conformaran el mueble se analiza la estructura matemáticamente considerando como principal factor la resistencia de los materiales utilizados en la conformación del mismo.

– *Análisis de distribución de cargas*

Se examina cada miembro de la estructura mediante un ensayo que puede ser de tracción compresión o límite de fluencia para verificar que los mismo resistan las cargas para los que fueron diseñados.

– *Rediseño de estructuras*

Los fabricantes de muebles pasan por alto este punto ya que el mismo implica tiempo y dinero, pero este es el punto mas importante con el cual se asume algunos errores o defectos que se dieron en el boceto para mejorarlos y evitar posibles daños.

Calculo de cargas sobre ensambles

El ultimo paso consiste en verificar las juntas y si estas están creadas de acuerdo a la funcionalidad del mueble. Las juntas en todo mueble siempre tienen a ser las partes mas débiles y son la causa principal de los daños y el mal funcionamiento sea por su vida útil o por manipulación.

2.1.1.2 Estado de la ingeniería del mueble

La ingeniera del mueble en empresas grandes toma un papel muy importante, esto con el fin de garantizar la calidad y la vida útil del mismo. El estudio se a basado en el análisis de las armaduras de los muebles, de acuerdo a esto se generan varios tipos de estructuras para los muebles.

Los datos mas significantes para el análisis son las cargas de servicio, valores o factores de seguridad, propiedades de los materiales e información de las juntas.

2.2 Características de los sistemas de construcción del mueble

El mueble es fabricado con una gran variedad de formas según el diseño o estilo esto los hace difícil de clasificar según su estructura. Pero todos los muebles siguen los siguientes procedimientos dados en el Figura 2.1.

Es necesario realizar un estudio de los sistemas estructurales que son utilizados en los muebles según su diseño, donde se debe considerar simultáneamente las cargas que

llevara el mueble en servicio con la resistencia de la madera y otros parámetros de construcción, de tal manera que ningún miembro y junta se encuentren sobre esforzados.

Desde este punto de vista el mueble esta constituido por dos componentes:

- Miembros o partes tipo armadura como el caso de patas y bases
- Miembros tipo pale como superiores y costados
- Elementos plásticos o fibra de vidrio

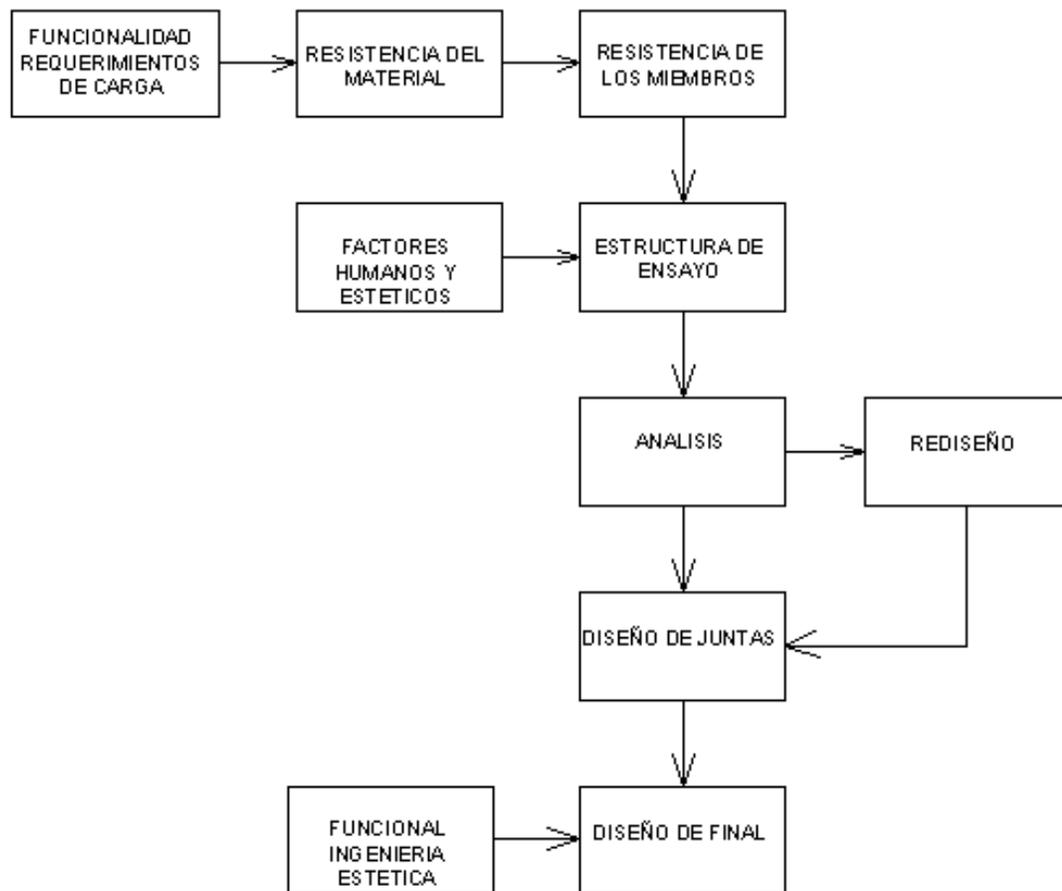


Figura 2.1 Procedimiento para la fabricación de muebles [7]

2.2.1 Sistema estructural

Se considera armadura al sistema estructural que posee el mueble conformado por sistemas de unión y elementos largos o cortos, rectos curvos, delgados gruesos, de sección cónica circular y prismática. Las juntas que conectan estos medios puede ser de dos tipos rígidos o libres par rotar.

El primer caso los miembros están colocados en posiciones fija uno con respecto a otro por medio de juntas, mientras que en el segundo caso los miembros deben ser arreglados en configuraciones geométricas permitiendo esto darle mayor utilidad y funcionamiento al sistema.

Con esto se conocerán estructuras rígidas o libres esto estará conectado directamente al diseño.

2.2.1.1 Armaduras libre

Son utilizados en muebles que ocupan espacios pequeños, estos se caracterizan por poseer miembros que transmiten fuerzas axiales o a lo largo del eje. Además poseen uniones de ensamble libres lo cual les permite realizar ese tipo de movimientos.

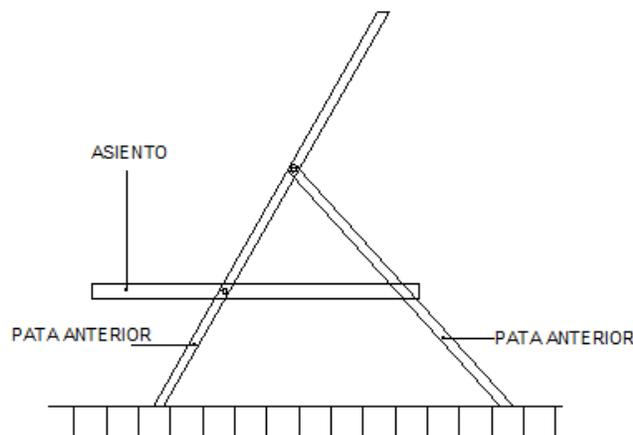


Figura 2.2 Armadura libre [9]

Otro tipo de construcción es la fija o rígida la cual mejora la estructura del mueble en dureza y resistencia pero o permite disminuir el volumen de despacho.

2.2.1.2 Armaduras rígidas

Estas son las más usadas en la construcción de los muebles pues utilizan juntas rígidas ya que estas brinda una infinidad de diseño y flexibilidad en la estructura. Estas juntas proveen de alta resistencia a la estructura y a los miembros que la conforman. La resistencia de la estructura estará muy ligada a las características del material de las juntas pues en la mayoría de los muebles es el principal daño que se da por materiales defectuosos.

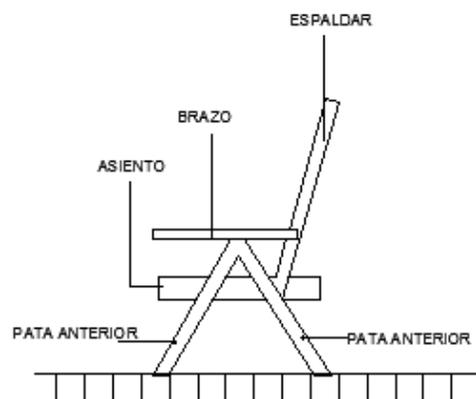


Figura 2.3 Armadura rígida [9]

2.2.2 Consideraciones de carga

Una forma simple de construcción es la de viga en voladizo la cual se utiliza cuando las patas de una mesa están sujetas directamente al tablero superior, la acción de estas fuerzas puedes ser visualizadas mejor si esta se la coloca de costado apoyando un extremo como se observa.

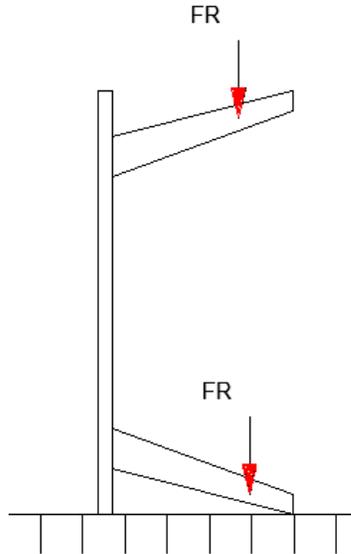


Figura 2.4 Armadura rígida [9]

Otro tipo de estructura rígida es cuando el marco sirve como soporte es decir las patas de la mesa no están directamente sobre el tablero de la misma sino sobre una cintura, este sistema es utilizado también para la fabricación de silla siendo el más resistente.

2.2.2.1 Análisis de comportamiento

Según la estructura y el número de elementos que contenga la resistencia del mismo será mayor pues al tener una mesa con un travesaños intermedio en el centro de sus patas dará mas firmeza a la mesa y distribuirá el peso sobre la estructura evitando su deformación como se muestra.

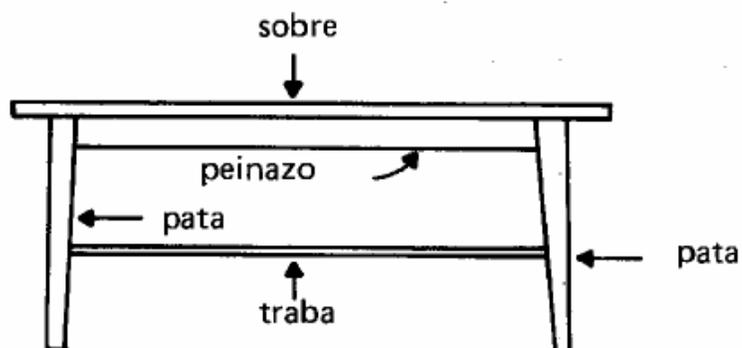


Figura 2.5 Análisis de carga sobre una mesa [9]

Realizando un análisis notamos que las fuerzas aplicadas pueden ser dadas en tres direcciones superiores y laterales, al aplicar una fuerza superior se observa que la deformación no se da para la mesa si no que están se distribuyen sobre sus cuatro patas y la cintura, en cambio al darse una fuerza lateral la meca se tiende e flexionar a la estructura con su traba como se observa.

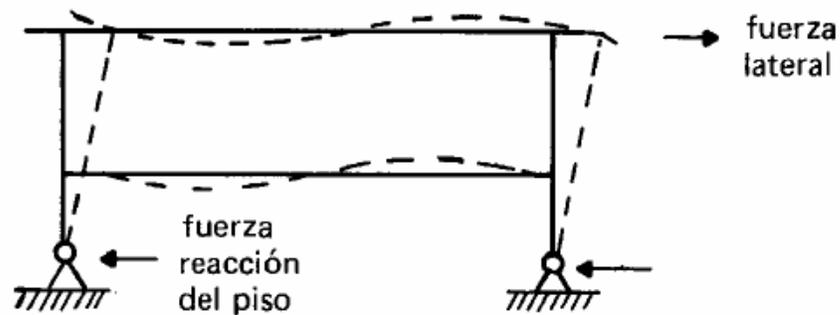


Figura 2.6 Actuación de cargas sobre estructura [9]

Al realizar esta comparación se analizó que las estructuras con más travesaños mejoran la rigidez y la resistencia en cuatro veces que las anteriores.

2.2.2.2 Análisis de comportamiento sobre estructura tipo panel

Este tipo de construcción es de uso común en la fabricación de muebles donde la resistencia y la rigidez de la estructura depende del esfuerzo en torsión y las propiedades de los paneles que lo conforman. Por lo general su diseño está conformado por cuatro lados que conforman los muebles de cajón dentro de los mismos existe una clasificación conformada por dos grupos:

1. Muebles conformados por tableros sólidos como los libreros, armarios, aparadores, cómodas y mesas de noche.

2. En un segundo grupo se clasifican a los muebles fabricados por medio de marcos sobre los cuales se colocan paneles. Este tipo de construcción recibe el nombre de muebles con carcasa en los que se engloba gabinetes de cocina, mueble de tv y consolas.

Es característico el comportamiento estructural de diseños que engloben paneles bajo fuerzas externas ya que los mismos distribuyen siempre su carga sobre el área donde se coloca la misma. Estos paneles ofrecen gran resistencia y dureza el único inconvenientes es que las juntas que se vaya a utilizar en las uniones de travesaño o madera con tablero deben ser de una material resistente par evitar que este se deforme.

Muchos de los tableros tiene diferentes materiales utilizados en su fabricación los cuales se verán más adelante y de acuerdo a esto cambiarán las características físicas mecánicas.

2.3 Descripción de procesos técnicas y aplicaciones

Se verá a continuación una breve explicación de los procesos de manufactura por los cuales debe pasar las materias que se irán integrando al mueble según su diseño su funcionalidad y la fase en la cual se encuentren.

Para lo cual se necesitan tener un orden para la fabricación y la producción del mueble como se enumera y se muestra en la Figura 2.6.

1. Diseño del mueble y prototipos.
2. Recepción y almacenamiento de materias primas.
3. Aserrado, Alistonado y Mecanizado de madera y tableros.
4. Pre-encolado.
5. Montaje, incluyendo encolado.
6. Barnizado (acabado).
7. Montaje de acabados.

- 8. Embalaje.
- 9. Expedición.
- 10. Operaciones auxiliares.

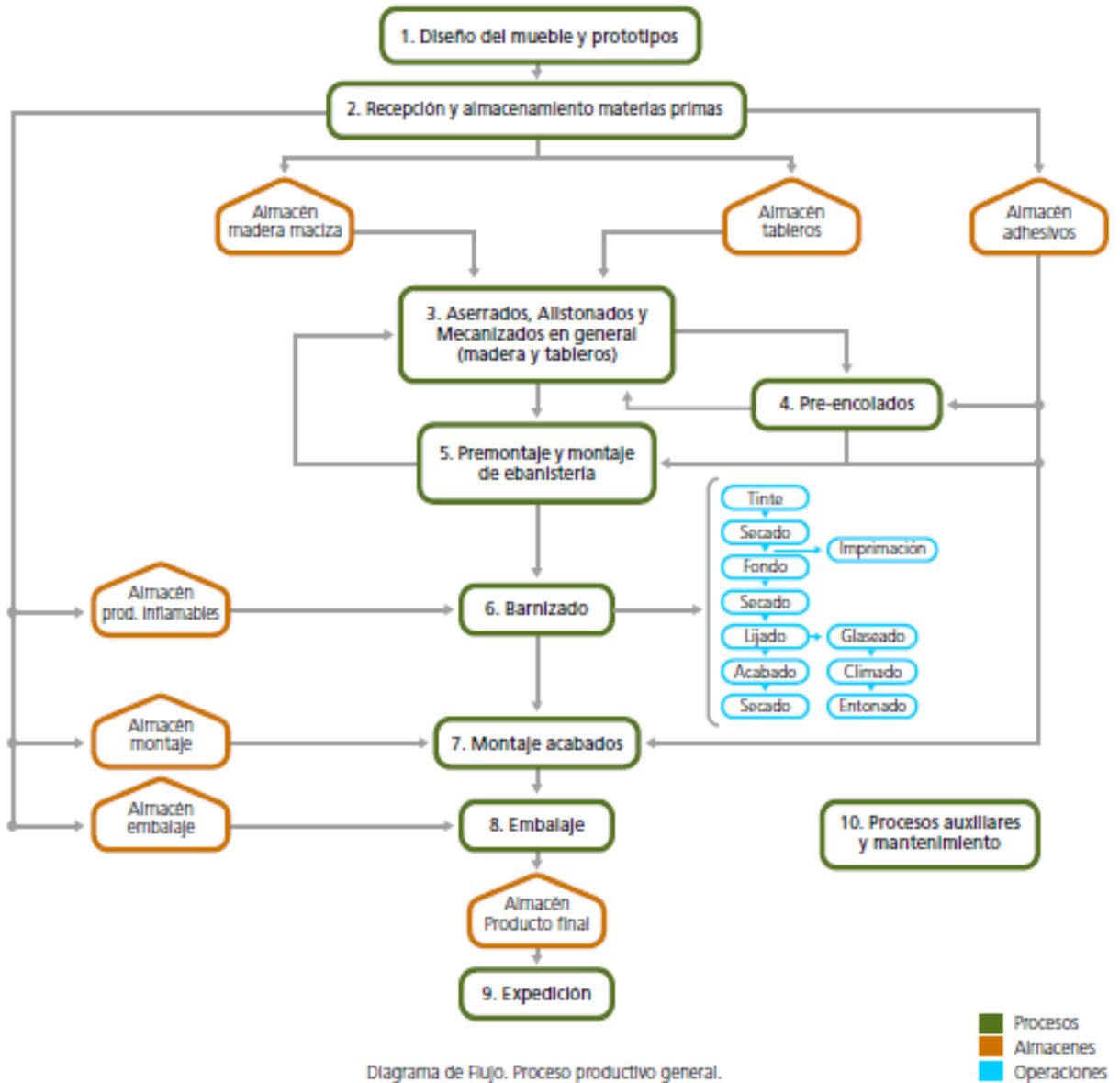


Figura 2.7 Actuación de cargas sobre estructura [10]

2.3.1 Diseño del mueble y prototipos

Se establece el diseño del mueble y se elaboran los prototipos de éste, el diseño conlleva el desarrollo de una idea por parte del departamento técnico según los criterios de la empresa. Esta idea toma forma en dibujos de distintos modelos y variaciones de ellos, en la confección de los planos de su despiece y en los prototipos.

El diseño consiste en definir tanto la estética, las dimensiones, como la forma en la que se va a ejecutar el mueble, es decir:

2.3.1.1 Aspecto formal

Conlleva cubrir una necesidad, la cual se basa en la estética, es decir, el aspecto psicológico de la percepción del producto por parte del futuro usuario, y por otra los aspectos prácticos de su uso (amplitud, lugar y entorno, durabilidad, etc.). Estos aspectos están íntimamente relacionados con las medidas corporales del usuario (ergonomía), las dimensiones de los objetos que el mobiliario va a contener, y el fin al que va a ir destinado. El aspecto estético externo depende principalmente de la proporción entre las medidas, la elegancia de sus líneas, el correcto procesado de las distintas piezas y, en menor medida, de detalles decorativos como molduras, talla, marquetería, herrajes, que si no están armoniosamente dispuestos o están en exceso, pueden rebajar la estética del mueble.

2.3.1.2 Aspecto técnico

Luego se verifica los procesos de fabricación para el modelo propuesto. Esto puede dar lugar a variaciones en el diseño inicial para adecuarlo al proceso productivo, abaratar costes, etc. El diseño por ordenador permite simular el acabado final del mueble para lo cual se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- Adecuación de la estética del diseño al proceso productivo como comprobar que es posible técnicamente la fabricación de las piezas diseñadas con los equipos disponibles.

- Posibilidades humanas tener la mano de obra calificada para el proceso del diseño del mueble.

2.3.2 Recepción y almacenamiento de materias primas

Donde se captan las materias primas como la madera, tableros derivados de madera, barnices, tintes, disolventes orgánicos no halogenados, material abrasivo (lijas, esponjas, etc.), colas, herrajes, cerrajería y material de embalaje. Tras comprobar su buen estado, se almacena en las distintas zonas específicas, en función de su naturaleza y del uso que se vaya a hacer de ella. Se pueden encontrar los siguientes almacenes:

- Almacén de madera maciza.
- Almacén de tableros derivados de madera.
- Almacén de adhesivos.
- Almacén de productos inflamables (barnices, tintes, disolventes, etc.).
- Almacén de montaje (herrajes, etc.).
- Almacén de material de embalaje.

2.3.3 Mecanizado de la madera

El mecanizado de la madera maciza permite obtener piezas y/o tableros de unas dimensiones y formas preestablecidas para la fabricación de muebles.

Generalmente, el mecanizado de la madera maciza requiere de operaciones como el marcaje, tronzado, aserrado, cepillado, regruesado, corte a medida, fresado, taladrado, espigado, torneado, etc. A continuación se describen las operaciones que se realizan con mayor frecuencia.

2.3.3.1 Marcaje

Se realiza para señalar los defectos e imperfecciones de la superficie de la madera que va a ser procesada, las mismas son realizadas sobre la madera maciza seca. Estos tablones se suministran según unos espesores normalizados de 22 mm, 28 mm, 32 mm, 38 mm, 45 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm, etc.

La elección del espesor del tablón dependerá del grueso de la pieza o piezas que se quieren obtener, siempre con cierta sobredimensión porque durante el proceso de fabricación se pierde grosor, debido a los diversos mecanizados a los que es sometido.

2.3.3.2 Tronzado

El tronzado es un proceso por el que se ajusta la longitud del tablón o tabla bruta, procedente generalmente de alguna empresa de primera transformación, mediante un corte transversal al eje longitudinal del tablón y a la malla de la madera.

2.3.3.3 Aserrado

El proceso de aserrado es una operación de corte en sentido longitudinal y su misión principal es la de dar hilos, es decir, listones de ancho próximo al de la pieza a fabricar, según marcaje previo. Dependiendo del número de piezas a mecanizar o las necesidades de la producción, este proceso tiene lugar después del troceado o bien después del cepillado y regruesado.

2.3.3.4 Cepillado

Se llama cepillar a la operación de aplanar una superficie, mediante una herramienta de corte, con el fin de obtener una superficie completamente lisa y sin alabeo.

El cepillado es un proceso por el cual, en los tablones aserrados, se consigue una cara plana de cada uno de los listones obtenidos. En algunos casos, con referencia a esa misma cara, se aplanan o cepilla otra cara perpendicular a la anterior. En el caso de piezas

procedentes del troceado se aplanan una cara, sobre la que se va a asentar la pieza y sobre la que se realizará posteriormente el regresado, obteniendo así dos caras planas paralelas según el espesor deseado.

2.3.3.5 Regresado

Una vez cepillada y por tanto alisada una cara (y un canto si el proceso lo requiere), la pieza se lleva a la regresadora, cuya misión es aplanar, con respecto a la cara o caras cepilladas, la cara o caras restantes, dimensionando además el grueso, el ancho o ambos a las medidas correctas.

Las piezas que se pasan por la regresadora tienen que estar muy bien cepilladas, ya que los dispositivos de avance y de presión de la máquina las comprimen fuertemente bajo el árbol portacuchillas contra la mesa, de manera que si existieran irregularidades en la parte inferior, también aparecerían en la parte superior regresada.

En definitiva, el regresado consiste en el aplanamiento de la parte superior de la pieza tomando como referencia la parte plana inferior.

2.3.3.6 Corte a medida

Se trata de una operación de corte en la que se obtienen las dimensiones exactas, ya sean de longitud, de ancho o según la figura que se desee obtener. Depende, en cada caso, de la pieza que se quiere cortar.

Si se parte de piezas cepilladas y regresadas, dimensionadas en espesor y/o anchura, el corte longitudinal dimensiona la pieza también en longitud obteniendo, así pues, la pieza a medida.

2.3.3.7 Moldurado y Fresado

Se trata de operaciones de mecanizado en las superficies de las piezas, mediante una herramienta de corte, para realzar o mejorar su estética y presencia visual. Fresado es la denominación general de este tipo de operaciones, mientras moldurado se suele emplear cuando se realizan mecanizados con relieve. Se llama replantillado en aquellos casos en

los que se utiliza una plantilla para obtener una pieza mediante fresado. Hay una gran diversidad de procesos que se pueden llevar a cabo dependiendo del tipo de figura que se quiera conseguir. Para ello se necesita un tipo de fresa y dispositivo diferente en cada caso.

2.3.3.8 Taladrado y Escopleado

Son procesos de trabajo con arranque de viruta que se realizan en las caras y cantos de las piezas con la ayuda de una herramienta (broca o fresa) que ejecuta, mediante un movimiento de rotación y/o traslación, un orificio cilíndrico o alargado.

De forma general se denomina taladrado al mecanizado de agujeros cilíndricos, mientras que escopleado se refiere al mecanizado de agujeros alargados o corridos. Los taladros o escoplos se utilizan generalmente con el fin de insertar los mechones (clavijas) para el encolado o bien para el posterior acoplamiento de elementos de ensamblaje, soportes, etc.

2.3.3.9 Espigado

Son procesos de trabajo con arranque de viruta, realizados normalmente en los extremos de las piezas, a través de la acción de una fresa que mecaniza espigas mediante un movimiento de rotación y traslación del cabezal.

Los mechones o clavijas, también llamados falsas espigas, son elementos cilíndricos con medidas entre 20 mm y 60 mm de largo, siendo los diámetros más habituales 6 mm, 8 mm y 10 mm, que se encajan en los agujeros de las piezas que van a unirse. Se suministran según unas medidas normalizadas.

2.3.3.10 Torneado

El torneado es el proceso que se realiza para dar forma redondeada a una pieza, dando como resultado una sección circular de forma homogénea o bien de forma variable. El

mecanizado se basa en el giro de la pieza a gran velocidad mientras una herramienta de corte se mueve en sentido longitudinal. Así, según la figura deseada, se realiza un mecanizado circular en la superficie de la pieza.

Para la fabricación en serie de piezas torneadas se parte inicialmente de la elaboración de una pieza muestra o plantilla, la cual se elabora manualmente utilizando determinadas herramientas y técnicas según el tipo de pieza a obtener. Este procedimiento es meramente artesanal, por lo que requiere práctica en cuanto a las técnicas de elaboración.

2.3.3.11 Tallado

El tallado es un proceso artesanal que consiste en la obtención de figuras y motivos a partir de piezas de madera maciza o en algún caso de tablero de fibras. Según el tipo de pieza que se quiere obtener, se puede dividir el tallado en tres tipos diferentes:

2.3.4 Mecanizado de tableros

El mecanizado de los tableros derivados de madera permite obtener piezas y/o tableros de unas dimensiones y formas preestablecidas para la fabricación de muebles. Generalmente, el mecanizado de los tableros requiere de operaciones como el despique y corte a medida, macizado de cantos, aplacado de cantos, fresado, taladrado, etc. A continuación se describen las operaciones que se realizan con mayor frecuencia.

2.3.4.1 Corte a Medida

De forma genérica, el corte es la primera operación de mecanizado de los tableros. La finalidad última no es otra que la obtención de piezas “a medida”, o lo que es lo mismo, la obtención de tableros con dimensiones previamente especificadas.

Normalmente, los tableros se sirven con unas medidas normalizadas de ancho, largo y espesor. Las medidas más habituales son; largo y ancho: 2,44 m x 1,22 m, 2 m x 1 m y 3,66 m x 1,88 m, siendo el primero el más ampliamente utilizado.

Espesor: 10 mm, 16 mm, 19 mm, 22 mm y 25 mm, siendo los espesores de 16 mm y 19 mm los más empleados.

Hay otras medidas tanto de espesor como de largo y ancho, pero son todos ellos tableros especiales para clientes y aplicaciones muy concretas. La forma de las piezas obtenidas suele ser de cantos rectos en lados paralelos dos a dos en forma de paralelogramo, piezas cuadradas o rectangulares. Posteriormente, se realiza el dimensionado exacto empleando una perfiladora escuadradora.

2.3.4.2 Chapado de Cantos

El chapado de cantos es el proceso mediante el cual se recubren los cantos de los tableros de partículas o fibras, con cantos de diversos materiales (normalmente chapas de madera).

El objeto de este proceso es proteger y embellecer el canto del tablero. Se realiza mediante una chapadora de cantos automática empleando adhesivos termofusibles.

2.3.4.3 Moldurado y Fresado

Se trata de operaciones de mecanizado en las superficies o en los cantos de las piezas de tablero, mediante una herramienta de corte, para darle una funcionalidad concreta o bien para realzar o mejorar su estética y presencia visual.

Fresado es la denominación general de este tipo de mecanizados, mientras moldurado se suele emplear cuando se realizan mecanizados con relieve. Se llama replantillado en aquellos casos en los que se utiliza una plantilla para obtener una pieza mediante fresado. Estas operaciones de fresado tienen diversas particularidades según se realicen en el canto o en la superficie del tablero.

El mecanizado de bordes comprende las operaciones realizadas con objeto de modificar la geometría del borde, así como las que se realizan cercanas al borde, ya que la operatoria y las máquinas son las mismas.

El mecanizado de superficies incluye todas aquellas operaciones de fresado realizadas sobre las caras de la pieza, generalmente para realzar o mejorar la estética y presencia visual de las piezas. En particular, se realiza esta operación para obtener un relieve o figura sobre una superficie, efectuar un vaciado en una pieza (marcos o plafones) y obtener una superficie con los bordes moldurados.

2.3.5 Taladrado

El taladrado es un mecanizado que se realiza en las caras y cantos de las piezas, mediante la acción de una broca o barrena que gira y se desplaza penetrando en el tablero, para practicar orificios cilíndricos. Su función es la inserción de mechones o el acoplamiento de distintos elementos en los orificios practicados (taladros) sobre la pieza, ayudado o no de un encolado de la zona de unión. De forma general, se denomina taladrado al mecanizado de agujeros cilíndricos, mientras que escopleado se refiere al mecanizado de agujeros alargados o corridos.

2.3.6 Pre-encolado

Posteriormente las piezas se pre-encolan entre sí, utilizando normalmente cola blanca (de acetato de polivinilo), aunque en algunos casos no es necesario, por ejemplo en la fabricación de cajones. Después del pre-encolado algunas piezas se someten a un segundo mecanizado, por ejemplo para la fabricación de armarios y muebles en general.

2.3.7 Montaje, incluyendo encolado

El siguiente proceso sería el montaje, donde se encolan, ensamblan y ajustan las distintas piezas en crudo que van a formar parte del mueble. Se utilizan herrajes y/o mechones, así como cola blanca en algunos casos.

2.3.8 Barnizado

Este proceso consiste en la aplicación de los productos necesarios sobre los soportes, por ejemplo, tintes para conseguir una determinada tonalidad, así como barnices y pinturas para proteger la madera y obtener el aspecto deseado. Estos productos se suelen aplicar mediante pistolas o túneles de cortina o rodillo, según el tipo de pieza a elaborar.

El acabado, en general, se considera el proceso que incluye tintado, secado, barnizado (fondo), lijado intermedio, barnizado final (acabado propiamente dicho) y secado. Habitualmente, una vez montado el mueble o subconjunto del mueble, y siempre que el diseño lo requiera, se procede al tintado. Su función básica es la de conseguir que la madera sobre la que se aplica adquiera un color determinado, conservando la textura, aspecto y dibujo de las vetas y poros. Los productos utilizados para este proceso son los tintes.

Una vez la madera adquiere el tono deseado, se procede a aplicar las sucesivas capas de productos de acabado. La finalidad de estos productos es doble, por una parte se trata de proteger la superficie del mueble y darle un brillo adecuado, y por otra, embellecer y obtener un aspecto externo final decorativo. Hay una serie de productos, llamados acabados decorativos, que se emplean, sobre todo, en el acabado de muebles de estilo clásico, pero con una función exclusivamente decorativa. Entre otros materiales destacan los glaseadores, pátinas, pan de oro, ceras, purpurinas, pasta para pulir, etc.

El proceso de aplicación de los productos de acabado se puede desglosar, en general, en los siguientes bloques:

- Preparación y acondicionamiento de las cabinas húmedas de pintura (presurizadas o no presurizadas) donde se aplican los productos de acabado.

- Preparación de las mezclas de los productos de acabado. Se realiza en el momento adecuado para que la mezcla no pierda sus características con el tiempo.

2.3.8.1 Masillado

Esta operación se realiza, sobre todo, cuando se trata de mueble clásico a poro cerrado, como paso previo a la aplicación del fondo a la pieza. Se recubre la pieza con un producto para cerrar el poro de la madera y las juntas de las diversas chapas que componen la superficie del mueble. Matar pincha: Se trata de un lijado burdo, con la misión de eliminar la fibra de la madera que se ha levantado al aplicar el producto de imprimación.

2.3.8.2 Fondeado

El fin primordial del fondo es proporcionar espesor y nivelar las irregularidades de la superficie, así como dar características mecánicas.

2.3.8.3 Lijado intermedio

La aplicación del fondo finaliza, tras su secado, con un buen lijado de la superficie, para que las siguientes capas de productos de acabado se adhieran mejor al soporte.

2.3.8.4 Glaseado

Esta operación se realiza sobre todo cuando se trata de mueble clásico. Consiste en aplicar un tinte graso de secado lento, fácil de limpiar, dejando más material en donde convenga por motivos decorativos, dando un efecto de realce y consiguiendo un aspecto antiguo. El patinado es un proceso similar pero con productos de secado más rápido.

2.3.8.5 Climado

Esta operación se realiza, sobre todo, cuando se trata de mueble clásico. Consiste en un lijado fino con lana de acero para obtener una degradación del color del tinte.

2.3.8.6 Entonado

Esta operación se realiza, sobre todo, cuando se trata de mueble clásico. Consistente en igualar el tono del color de la madera del mueble.

2.3.8.7 Acabado

La aplicación del acabado tiene como función proporcionar el aspecto final de tacto, brillo, color, etc. y se aplica en último lugar, tras los sucesivos tratamientos.

El proceso de barnizado descrito es uno de los más comunes entre una amplia variedad de posibilidades.

2.3.9 Montaje de acabados

Cuando el mueble y/o piezas están secas, después de aplicar tantas capas de recubrimiento como sea necesario, se realiza el montaje de acabado. En este proceso se encolan, ensamblan y ajustan las distintas piezas acabadas que van a formar parte del mueble. Se utilizan herrajes y/o mechones, así como cola blanca en algunos casos.

Se suele aprovechar para realizar una inspección visual y comprobar la calidad del acabado.

2.3.10 Embalaje

Los muebles se embalan montados o por piezas dependiendo del volumen y peso del mueble montado. Si se tiene un volumen grande y/o un peso elevado, se embalan normalmente desmontados, si es posible, ya que de esta manera se facilita su

manipulación y se reduce el riesgo de daños. Se utilizan, fundamentalmente, cajas de cartón, plástico-papel burbujas, cantoneras y perfiles.

2.3.11 Expedición

Con todas estas operaciones los muebles ya están listos para su expedición, por lo que se almacenan temporalmente en la zona de productos acabados, en espera de formar los distintos bultos, normalmente según pedido, y cargar en el vehículo para su transporte hasta el correspondiente destino.

2.3.12 Operaciones auxiliares

En este apartado se consideran todas las operaciones de mantenimiento de las instalaciones, máquinas y equipos y otras operaciones auxiliares, de apoyo al proceso productivo principal. Principalmente, se pueden encontrar las siguientes operaciones auxiliares:

- Cambios de aceite, por ejemplo si existen prensas.
- Cambios de luminarias.
- Sistemas de aspiración y filtros.
- Uso y mantenimiento de sistemas de trasiego de materias primas y productos acabados (carretillas, sistemas de transporte, etc.).
- Almacenamiento de productos y residuos peligrosos.
- Almacenamiento del polvo y serrín de madera (silos).
- Cabinas de aplicación. Mantenimiento de sistemas de filtrado de aire a la entrada y a la salida.
- Recuperación de los disolventes de limpieza sucios.
- Depuración aguas residuales.
- Uso y mantenimiento de instalaciones de combustión.

2.4 Identificación de materiales

A partir de muestras de empresas se han obtenido datos de los materiales más utilizados en la fabricación de muebles, como se muestra en la figura 2.7:

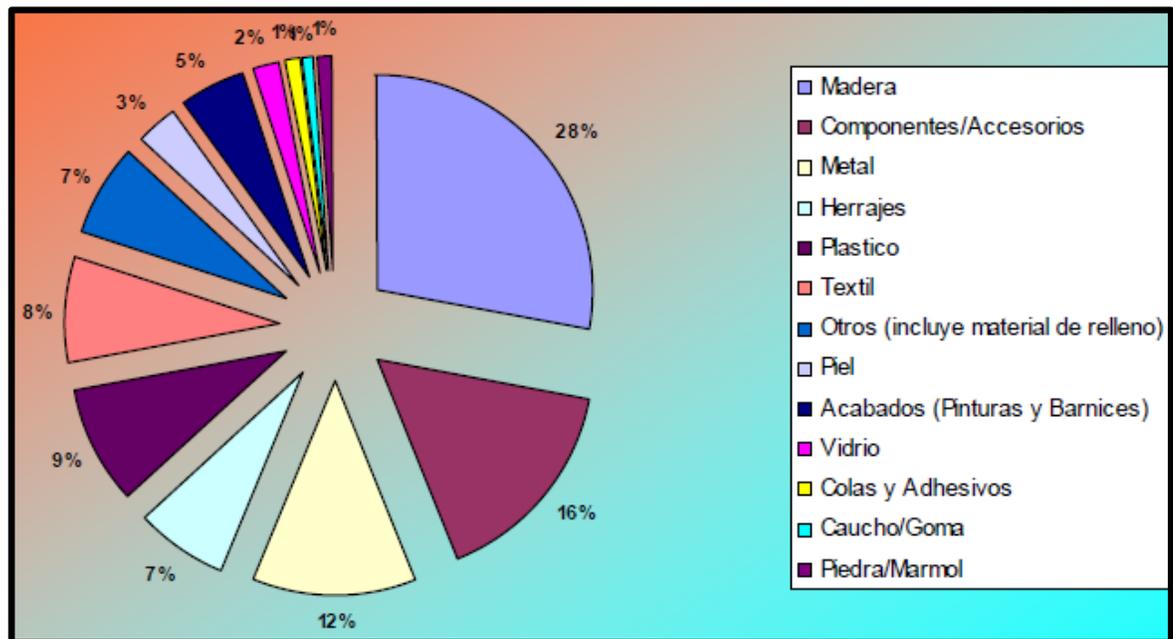


Figura 2.8 Materiales utilizados por las industrias en la fabricación de muebles [10]

Basándose en el mismo los materiales más utilizados en la fabricación de muebles son la madera, los tableros, el plástico, el vidrio y los textiles. Esta parte de la industria de muebles o mal llamada bodega adquiere una importancia esencial en la fabricación de muebles pues de esta depende el correcto tiempo de entregar y ganar clientes. A este tipo de materiales se suman bodegas externas que proveen de cosas específicas para el acabado o el funcionamiento del mueble es por ello que la mayoría de empresas buscan exclusividad eliminando estos proveedores auto fabricando sus propios accesorios.

También existen materiales como la piedra y el mármol que están generando un desarrollo importante para el diseño de muebles. Todo ello evidencia la complejidad de un mueble, que lejos de ser un producto simple cada vez adquiere más tintes de

complejidad por toda la variedad de componentes y variantes que día a día se van incorporando al mismo.

La industria química está en constante evolución, también aporta cada vez mas soluciones a la fabricación de muebles, como veremos mas adelante.

A continuación se analizan algunos de los principales materiales utilizados en la construcción de muebles, sus características, y los requisitos mínimos exigibles para cada uno de ellos en los diferentes usos y ambientes.

2.4.1 Madera

La madera es parte fundamental de un mueble ya que esta en posee varias características las cuales dan más rigidez al mueble. Dependiendo del país y la funcionalidad del muebles encontraremos diferentes tipos de madera tanto en características físico mecánicas y químicas.

MADERA MACIZA		
ENSAYO	NORMA	ESPECIFICACIÓN
Contenido en humedad por desecación	UNE EN 13183-1:03	UNE 11020-1:92 UNE 11021-1:92 UNE 11022-1:92 UNE 11023-1:92
Densidad	UNE 56531:77	Valores para clasificación según UNE 56540:78
Resistencia a la flexión estática	UNE 56537:79	
Determinación de la dureza	UNE 56534:77	
Contracción lineal y volumétrica	UNE 56533:77	
Higroscopicidad	UNE 56532:77	

Figura 2.9 Normas para las propiedades de la madera [11]

Siendo la resistencia a la flexión estática de 996.72 kg/cm^2 para maderas semiduras también en la siguiente tabla 2.1 que se resumirá las maderas más utilizadas para la fabricación de muebles.

Donde:

F.E: Resistencia a la flexión en N/mm^3

M.E: Es el modulo de elasticidad N/mm^3

C.A.: Compresión Axial N/mm^3

C. P: Compresión Perpendicular N/mm^3

F.D: Flexión dinámica J/cm^3

Con la utilización de esta tabla se puede escoger la madera ideal según la funcionalidad, el área de trabajo, y las características físico mecánicas que deben brindar la misma al usuario además la madera posee estas otras características como el color y texturas que son utilizadas de acuerdo al diseño, pero este tema es extenso.

Madera	Densidad kg/m ³	Contracción	Dureza	Dureza	F. E. N/mm ³	M. E. N/mm ³	C. A. N/mm ³	C. P. N/mm ³	Cortante N/mm ³	F. D. J/cm ³
Abedul amarillo	550-670-710	Medianamente nerviosa	?	?	114	13.850	?	3	13	?
Abeto	440-460-480	Medianamente nerviosa	1,4	Blanda	62-90	10.000-14.500	40-52	3,5	4,9-7,5	3,5-6,5
Abeto Rojo	440-460-470	Medianamente nerviosa	1,2-1,6	Blanda	65-77	10.000-12.000	40-50	?	5,0-7,5	4,0-5,0
Alerce de Chile	420-450-500	Poco nerviosa	?	?	39	8.000	35	4,5	?	?
Aliso	500-530-550	Poco nerviosa	1,5-2,0	Blanda	80-95	7.500-11.500	41-54	6,6	4,4-4,9	4,9-5,3
Amaranto	830-860-880	Nerviosa	7,5	Dura	156-194	16.900-17.100	80	10,5	15,2-18,8	6,8
Arce	610-640-680	Medianamente nerviosa	4,7	Semidura	85-135	9.100-12.000	46-62	?	8,5-11,0	6,2-6,6
Arce blando	500-630	Poco nerviosa	?	Blanda	61-92	7.850-11.300	?	2,5-4,1	10,2-12,5	?
Arce duro	630-700	Poco nerviosa	?	Semidura	91-109	11.200-12.600	?	4,1-4,4	dic-16	?
Avodire	540-550-560	Medianamente nerviosa	2,2	Blanda	85-132	8.300-10.500	42-52	?	7,8-9,3	2,5-3,5
Balau rojo	750-800-900	Nerviosa	?	Dura	100-153	14.800-17.200	52-80	?	?	?
Boj	900-1300	Poco nerviosa	9	Muy dura	?	?	74	?	?	?
Caoba de Africa	490-520-530	Medianamente nerviosa	1,9	Blanda	71-102	9.000-9.800	41-55	?	7,5-8,5	3,1-4,5
Caoba de America	510-550-580	Medianamente nerviosa	2,7	Semidura	74-96	7.400-10.600	30-55	6,4	8,0-11,5	5,0-5,3
Cedro Amarillo	430-480-530	Poco nerviosa	?	Semidura	76,5	9.790	?	2,4	7,8	?
Cedro Americano	450-490-600	Medianamente nerviosa	?	Blanda	69-72	7.420-7.930	38-40	2,6	6,5	?
Cedro del Atlas	550-580	Medianamente nerviosa	2,1	Semidura	85-100	9.200	49-55	?	4,8	2,5
Cedro de Africa	550-600	Medianamente nerviosa	?	Semidura	73	9.900	?	?	11	?
Cerezo	610-630	Medianamente nerviosa	4,3	Semidura	83-110	9.500-11.000	44-55	?	?	?
Cipres	400-600	Poco nerviosa	3	Semidura	103	7.500	50	11	?	3,5-5,5
Cipres de lawson	400-480-500	Medianamente nerviosa	?	Blanda	87,5	11.720	?	2	9,5	?
Cordia de Africa	410	Poco nerviosa	3	Semidura	67-80	6.900-7.100	28-36-45	?	6,0-6,5	5,2
Chopo americano	450-470	Poco nerviosa	?	Blanda	58,6	9.500	?	1,4	6,4	?
Chopo Europeo	420-440-480	Medianamente nerviosa	1,2-2,6	Blanda	54-76-86,5	8.100-9.600	29-37	7,8	5,0-7,0	3,8-4,9
Ebano de Africa	1030-1050	Poco nerviosa	8,1	Muy dura	144-189	12.400-17.700	53-92	?	?	?
Ebano de Asia	1010-1270	Medianamente nerviosa	8,1	Dura	113-164	13.400-17.700	61-78	?	?	?
Fresno Americano	560-660	Poco nerviosa	?	Semidura	77-110	8.370-11.850	?	4,4-5,3	13,1	?
Fresno Europeo	680-700-750	Nerviosa	4,0-5,3	Semidura	130-160	11.900-13.900	43-59	20,4	12,0-13,4	6,7-8,8
Haya Europea	690-710-750	Nerviosa	4	Semidura	90-166	12.300-16.400	52-64	12	7,7-10	4,4-12,0
Nogal America del Sur	610	Medianamente nerviosa	?	?	63	7.030	36	?	?	?
Nogal Europeo	630-670-680	Poco nerviosa	3,2	Semidura	90-146	10.800-12.900	50-70	16	7,0-8,9	4,7-9,5
Nogal Norteamericano	550-620-660	Poco nerviosa	3,6	Semidura	90-106	10.800-13.500	45-55	3,9	8,8-9,6	5,8-6,8
Palisandro	800-900	Poco nerviosa	10	Dura	130-138	9.000-12.900	65-69	?	13,0-14,5	?
Palisandro de la India	870-900	Poco nerviosa	10	Muy dura	100-132	11.000-14.000	55-65	11	11,0-17,0	?
Palo rosa	1010-1020	Nerviosa	?	Dura	165-208	17.000	90	?	?	?
Pino Negro	500-650	Medianamente nerviosa	2	Blanda	116	10.829	41,6	6,3	?	2,35
Roble	670-730-770	Medianamente nerviosa	?	Semidura	101	13.000	?	7,5	14	?
Tilo	520-540-560	Poco nerviosa	1,7-1,9	Blanda	88-105	7.000-11.000	43-53	6,7	4,4	4,5-5,5
Zapatero	800-900	Poco nerviosa	12	Muy dura	110	14.000	?	?	?	?

Tabla 2.1 Características de las maderas utilizadas [12]

En el medio local se encuentran solo tres tipos de maderas porque son las más utilizadas como:

- Fernán Sánchez
- Roble
- Caoba

Estas poseen una alta resistencia a la flexión un color rosado que puede ser tinturado muy fácilmente, además se puede conseguir mucho en el medio.

2.4.2 Tableros

Los tableros son una parte fundamental de los muebles como resultado de los diseños y el área de trabajo que estos poseen, no obstante esta parte enfrenta un fuerte competencia por la materia prima como por el mercado y la variedad de sus productos. Los tableros aglomerados de partículas, incluidos como forros interiores, pisos, techos presentan ventajas sobre la madera sólida, sin embargo estos deben garantizar una adecuada resistencia y una larga vida útil. Algunas de las propiedades más importantes de los tableros es su densidad ya que con base en esta se puede determinar en gran medida la aptitud de los tableros para destinarlos a diversas aplicaciones.

TABLERO DE PARTÍCULAS DE MADERA		
ENSAYO	NORMA	ESPECIFICACIÓN
Densidad	UNE EN 323:94	UNE EN 312:04
Contenido en humedad	UNE EN 322:94	
Resistencia flexión/Módulo elasticidad	UNE EN 310:94	
Tracción perpendicular	UNE EN 319:94	
Tracción superficial	UNE EN 311:02	
Absorción de agua e hinchazón en grosor	UNE EN 317:94	
Emisión de formaldehído (para tableros recubiertos)	UNE EN 717-2:96	E1: $\leq 3,5 \text{ mg/h.m}^2$ E2: $>3,5 \text{ mg/h.m}^2$ a $\leq 8 \text{ mg/h.m}^2$ UNE EN 13986:2006
Contenido en formaldehído (para tablero crudos)	UNE EN 120:94	Clase E1: $\leq 8 \text{ mgCHOH/100g tablero seco}$ Clase E2: $>8 \text{ mgCHOH/100g tablero seco}$ a $\leq 30 \text{ mgCHOH/100g tablero seco}$ UNE EN 312:2004

Figura 2.10 Normas para las propiedades de los tableros [11]

Otras de las propiedades que son importantes de un tablero son:

- Uniformidad en su espesor.
- Una amplia área de trabajo.
- Alta resistencia
- Alta rigidez
- Resistencia alta a la flexión

Estas propiedades son determinantes para el aprovechamiento del tablero y su posterior aplicación específica en usos donde algunas de esas propiedades son decisivas para obtener el máximo beneficio desde el punto de vista de rendimiento durabilidad y ahorro. [11]

2.4.2.1 Tableros aglomerados

La clasificación de los tableros aglomerados de partículas con respecto a la diversidad de tipos se encuentran las siguientes propiedades englobadas en la tabla 2.2.

Los tableros aglomerados suelen estar conformados por partículas de madera u otro material fibroso lignocelulósico aglomerado con resina sintética, moldeados de forma laminar, solidificados y en los cuales el fraguado de la resina se logra aplicando calor y presión. Los tableros pueden poseer caras con distintas chapas o colores según la funcionalidad que se le vaya a dar. [11]

La diferencia entre los tableros de aglomerado con los MDF radica que los aglomerados están compuestos con sustancias lignocelulósicas fibrosas unidas mediante una resina sintética aglutinante.

PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD
TABLEROS DE MADERA (TIPO) AGLOMERADA		
TIPO AISLANTE		
Densidad	0.25-0.40	g/cm ³
Módulo de ruptura	15-55	kg/cm ²
Modulo de elasticidad en la flexión	1700-8800	kg/cm ²
Resistencia a la tracción paralela a la superficie	15-35	kg/cm ²
Absorción de agua (inmersión 24 h.)	15 - 60	% peso
Hinchamiento	5 - 15	% vol.
Expansión lineal (inmersión 24 h.)	0.50	%
TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA DE DENSIDAD MEDIA		
Densidad	0.40-0.80	g/cm ³
Módulo de ruptura	100-500	kg/cm ²
Módulo de elasticidad en la flexión	10000-50000	kg/cm ²
Resistencia a la tracción paralela a la superficie	50-250	kg/cm ²
Absorción de agua (inmersión 24 h.)	20-75	% peso
Hinchamiento	5-15	% vol..
Expansión lineal máxima	0.2-0.6	%
TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA TIPO DURO		
Densidad	0.80-1.05	g/cm ³
Módulo de ruptura	200-530	kg/cm ²
Módulo de elasticidad con flexión	28000-70000	kg/cm ²
Resistencia a la tracción paralela a la superficie	20-175	kg/cm ²
Absorción de agua (inmersión 24 h.)	15 - 40	% peso
Hinchamiento	15 - 40	% vol.
Expansión lineal máxima	0.85	%

Tabla 2.2 Propiedades de los tableros aglomerados [10]

Esta se fortalece por las resinas creadas por la industria ya que dan más resistencia y menor tiempo de producción lo que ha hecho posible abaratar el costo creando una producción más eficiente mejorando así la calidad del producto. En general el aspecto de los tableros de aglomerado se presenta muy distinto a los de fibra donde es fácil la apreciación de las uniones con granos y retazos de madera por lo que este llega a tener una diferente densidad en cada punto de acuerdo a su composición por lo cual existe una clasificación según la densidad y viene dada por la siguiente tabla.

Tableros de madera aglomerada	Densidad (g/cm ³)
De baja densidad o aislantes	0.25 – 0.40
De densidad media	0.40 – 0.80
De gran densidad o duros	0.80 – 1.20

Tabla 2.3 Densidad de los tableros aglomerados [10]

2.4.2.1.1 Tableros de baja densidad

Estos se fabrican con una finalidad especial pues son ligeros y se utilizan cuando sea necesario amortiguar los ruidos o aislar el calor o bien como alma en estructuras donde sea importante reducir el peso.

2.4.2.1.2 Tableros de densidad media

Estos tableros pueden ser prensados por platos o por extrusión los cual los califica como tableros de baja densidad la cual va desde 10 a 20 % al de las maderas u otros materiales utilizados.

2.4.2.1.3 Tableros de alta densidad

Estos tableros solo se fabrican en prensas de platos planos suelen producirse en medidas desde los 20mm a los 80mm de espesor en los cuales se emplean partículas pequeñas cuyo tamaño se aproxima al de la harina esto permite una mejor ligación entre la madera los sedimentos y el aglutinante.

2.4.2.2 Tableros de MDF

Estos tableros son de fibra de madera de pino radiata unidos por adhesivos (urea-formadehido) las fibras que conforman el tableros son obtenidas mediante un proceso térmico mecánico y la unión se da a altas presiones y temperaturas.

Este es el único fabricado con capas exteriores de densidad superior a 900 kg/m y una capa interior de menor densidad y posee una máxima uniformidad en todas sus uniones. Las propiedades del tablero físico mecánicas están en función de su densidad ya que le proveen de mayor dureza

Tablero	Parámetro	Densidad	Flexión estática		Tracción		Tornillo	
			MOR	MOE	Prom.	Mínima	cara	canto
		kg/m ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N	N
<i>E. nitens</i> 5 años	Promedio	611	26	2.093	0,68	0,6	869	776
	Desv. Estándar	11,22	1,41	72	0,08	0,07	52	78
	Coef. Variación	1,8	5,4	3,5	12,4	11,4	6	10,0
<i>E. nitens</i> 13 años	Promedio	623	27,5	2.249	0,65	0,59	951	788
	Desv. Estándar	10,1	2,1	171	0,04	0,03	72	107
	Coef. Variación	1,6	7,6	7,6	6,9	5,3	7,5	13,6
Producción normal <i>Pinus radiata</i>	Promedio	624	31,1	2.350	0,84	0,77	1.070	815
	Desv. Estándar	11,4	4,9	302	0,10	0,11	116	88
	Coef. Variación	1,8	15,7	12,8	12,0	14,9	10,9	10,8
Norma MASISA S.A.		620+/-25	min. 30	> 2.000	0,75+/-0,15	0,52	> 1.000	> 800

Tabla 2.4 Propeidad de los tableros MDF [11]

2.4.2.2.1 Características

- Excelente pintabilidad y moldurabilidad, que permite excelentes terminaciones, con un importante ahorro de pintura y un menor desgaste de herramientas.
- La amplia variedad de tableros (gruesos, delgados, desnudos y recubiertos) y su gran versatilidad, hacen que el MDF sea la respuesta a las necesidades de diseñadores, arquitectos e industria del mueble.
- Superficies 100% lisas con gran homogeneidad, lo que permite una mínima preparación de las superficies.
- Densidad y comportamiento uniforme del tablero, lo hace ideal para moldurar, curvar, fijar, fresar, entre otros.

2.4.2.2.2 Clasificación

Estos dependen de las fibras de unión las cuales pueden ser de eucalipto de pino y roble de esto dependerá la densidad la dureza y el peso:

- Los tableros de baja densidad están conformados por fibras de roble teniendo una densidad de 500kg/m^3 tiene una completa homogeneidad en su núcleo se los considera tableros semiduros.
- Los tablero de media densidad están conformados por fibra de eucalipto y tiene una capa externa dura y una interna liviana por o que no son homogéneos.
- Los tableros de alta densidad están conformados por fibras de pino en su totalidad con una uniformidad del 100% lo que los hace ideales para exteriores y trabajos que necesiten alta resistencia y dureza.

2.4.2.2.3 Aplicaciones

Se utilizan mucho en las puertas planas en la fabricación de muebles, para decoración de interiores y exteriores en aplicaciones eléctricas por no ser conductores de electricidad en calzado en molduras, conformación de parece, ataúdes, embalajes, mobiliarios de hogar , cornizas, marcos etc...

Con todo esto es importante considerar que el tablero es un producto que aun no a alcanzado su madurez pues esta en proceso de desarrollo ya que la industria cada vez tiene mayor exigencia en cuanto a calidad durabilidad y resistencia.

3 PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE MUEBLES.

3.1 Análisis para establecer las mejoras en los procesos de fabricación de muebles.

La empresa Colineal dedicada a la fabricación y comercialización de muebles y accesorios para el hogar y oficina, a través de sus múltiples almacenes y agentes de comercialización y mercadeo a visto la necesidad de mejorar la fabricación de sus productos cambiando los procesos de manufactura y los diseños de los mismos, mejorándolos para obtener un producto que satisfaga completamente a sus clientes a la vez reduciendo el tiempo de fabricación y por consiguiente incrementando su productividad.

De acuerdo a los estudios de mercado que ha realizado la empresa y el análisis de las tendencias de moda en cuanto a muebles se refiere (Anexo 4), se ha observado una inclinación por la tendencia “minimalista”, es decir una tendencia que trata de mantener los ambientes y los muebles lo más sencillos, visualmente hablando, y que mantengan su funcionalidad; esta tendencia obliga a tener nuevos diseños y nuevos procesos, ya que normalmente se cree que las formas más sencillas son las más fáciles de hacer pero en realidad es todo lo contrario ya que al obtener superficies limpias y sin detalles, es más difícil esconder las uniones o los elementos de fijación. Los nuevos requerimientos del mercado hacen necesario que los productos respondan a demandas y necesidades cada vez más exigentes de los usuarios.

En un contexto donde para competir es indispensable atender a necesidades cambiantes, que requieren nuevas respuestas constantemente, el diseño se vuelve un aliado ineludible para la elaboración del plan de mejoramiento de procesos o estrategia para mejorar su productividad.

La estrategia se implementa a distintos niveles. La empresa tiene una visión estratégica a nivel general, acorde con la que se implementa para vender productos o servicios para un grupo identificable de clientes, y además coherente con el trabajo operativo en sus distintas áreas.

“El diseño es la herramienta que actúa como vínculo entre las necesidades de los usuarios y los intereses de la empresa, materializados en nuevas estrategias y nuevos productos” [12]

3.1.1 Matriz de Boston.

Una de las herramientas que utiliza Colineal para definir las tendencias es la Matriz de Boston, la cual le indica la situación de cada producto como una unidad de negocio y de esta forma poder tomar decisiones respecto a cada uno dependiendo de la participación en el mercado y el crecimiento respecto a períodos anteriores. Estas son las variables de la matriz de Boston Tabla 3.1.

Como resultado del análisis de esta matriz se puede observar que el dormitorio Basilea se encuentra en el cuadrante del producto incógnito, es decir tiene una participación baja en el mercado pero un crecimiento alto comparado respecto a los dos últimos años. Esta información es vital para el Directorio de la empresa y que pueda tomar las decisiones necesarias para empujar este producto hacia un producto estrella y evitar que caiga hacia un producto perro.

Es ahí que nace esta propuesta de cambiar el diseño de los muebles que mantienen un sistema tradicional de armado por uno que le da un valor agregado a los muebles, esa característica minimalista de no ver uniones de los elementos que forman los diferentes subconjuntos.

PARTICIPACION MERCADO						
ALTA	ALTA			BAJA		
	ISABELLA	693		FLOREANA	279	
	BACOLI	585		AVEIRO	143	
	KASSIA	285		ROYAL	92	
		-		SPAZIO SUITE	61	
				BALTRA	104	
		SALAS	1,563		SALAS	575
			-			-
			-			-
		COMEDORES	-		COMEDORES	-
	VARI II	894		BALTRA	150	
	METROPOLITAN	513		ORLENANS	144	
	URBANA	486		BASIELEA	272	
	LIVERPOOL	390			DORMITORIO:	566
		DORMITORIO:	2,283			1,141
			3,846			
PARTICIPACION DE MERCADO						
BAJA	TOSCANA	399		ALMERIA	180	
	SICILIA	456		BENHART	147	
	SERNIA	377		IBIZA	70	
	ESTOCOLMO	237				
	FLORENCIA	224				
	LAUREL	227				
		SALAS	1,920		SALAS	397
			-			-
			-			-
	COMEDORE:	-		COMEDORE:	-	
	TOSCANA	471	CRECIMIENTO DEL MERCADO	FRANCES SLEIGH	230	
	TARENTO	435		CAPRI	139	
	BAKER	188		GREENSBORO	60	
	MESA COMEDOR IBIZA/ACTUAL					
		DORMITORIC	1,094		DORMITORIC	429
			3,014			826

Tabla 3.1 Matriz de Boston [13]

A continuación se detalla el análisis de la matriz de Boston en base a los datos a Septiembre del 2013.

3.2 Gestión por procesos.

La Dirección de la empresa opta por dotar a la organización de una estructura que permita cumplir con la misión y la visión establecidas. La implantación de la gestión de procesos se ha revelado como una de las herramientas de mejora de la gestión más efectivas para todos los tipos de organizaciones, por lo que es adoptada por Colineal.

Todas las actividades de la organización, desde la planificación de las compras hasta la atención de una reclamación, pueden y deben considerarse como procesos. Para operar de manera eficaz, la organización tiene que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. La identificación y gestión sistemática de los procesos que se realizan en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como enfoque basado en procesos.

La ISO 9001 pretende fomentar la adopción del enfoque basado en procesos para gestionar una organización. Este tipo de gestión por procesos, cuando se utiliza en el desarrollo, la implementación y la mejora de la eficacia de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), concentra su atención en:

- 1.- la comprensión y el cumplimiento de los requisitos de los clientes de cada proceso,
- 2.- la necesidad de considerar y de planificar los procesos en términos que aporten valor (el cliente no debe pagar por algo que no le aporte valor),
- 3.- el control, la medición y la obtención de resultados del desempeño y de la eficacia de los procesos,
- 4.- la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

Investigación y Desarrollo es uno de esos procesos cuyo mapa fue explicado en el capítulo 1 y como parte de su proceso está la mejora continua. Por lo que es parte de este estudio influye directamente en el macro flujo del sistema de negocios del Grupo Corporativo Colineal determinado en el manual de gestión por procesos (Figura 1.10)

Con base en el análisis de mercadeo explicado anteriormente y como parte del proceso del departamento de Investigación y Desarrollo se hace indispensable una nueva propuesta para el velador Basilea, contando con los recursos necesarios y controles.

3.3 Análisis del velador Basilea unión aglomerado tarugo pegamento

En la Figura 3.1 se especifica este velador que presenta un cajón o estructura formado por tableros costados, tablero superior, una máscara, una repisa, una gaveta y todo va sobre 4 patas de madera atornilladas a la estructura principal. Esta es la forma tradicional de construir el mueble, como todos los lados son rectos y no presenta molduras pues el mejor material para fabricarlo es el aglomerado enchapado.

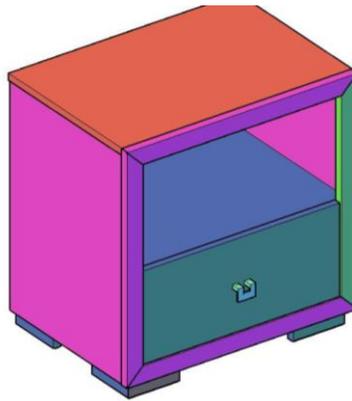


Figura 3.1 Velador Basilea

En la Figura 3.2 se puede identificar cada una de las partes que forman la estructura del velador y se observa los elementos de unión, en este caso son tarugos diámetro 8 mm.

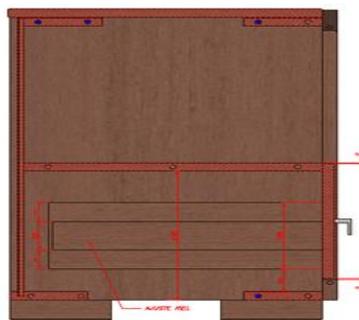


Figura 3.2 Sección Velador Basilea

Este tablero es perforado para poder alojar los tarugos que van a unir las otras partes como los travesaños superiores, travesaños inferiores y repisa.

En la Figura 3.3 se puede observar cómo se ensambla el panel costado derecho con los travesaños y la repisa.

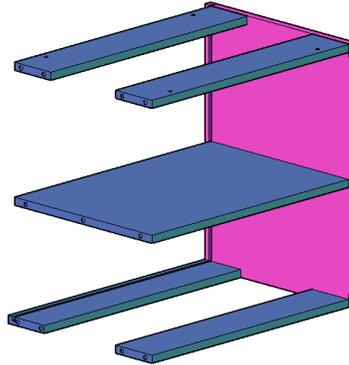


Figura 3.3 Ensamble de panel costado con travesaños y repisa

Este proceso involucró la perforación de cada una de las partes bien sea a través de las máquinas cnc o de las perforadoras múltiples como la que se puede ver en la figura 3.4.



Figura 3.4 Perforadora múltiple

A continuación se coloca la máscara de madera sólida que es un cuadro que le va a dar la visualización de que está hecho con tableros sólidos y gruesos. En la Figura 3.5 se observa el armado y la estructuración del velador Basilea.

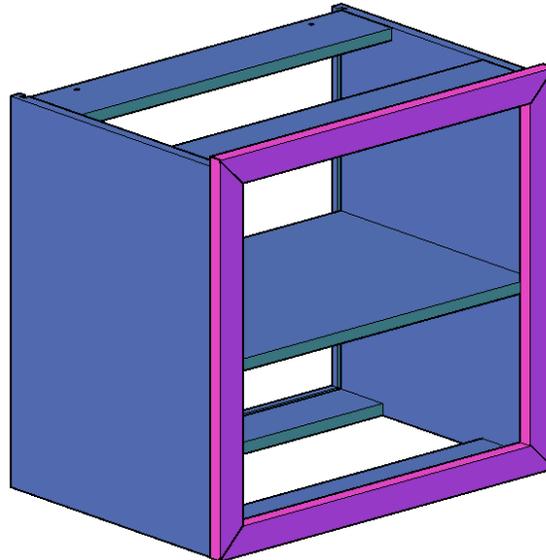


Figura 3.5 Armado de la máscara de madera – Velador Basilea

Luego que se obtiene la estructura se coloca las partes internas como la gaveta, trastapa, y patas, y se envía al siguiente proceso que sería el acabado que involucra al tinturado, sellado y lacado más el montaje final donde se coloca el tablero superior con tornillos desde la parte inferior.

Dando por terminado el mueble como se aprecia en la Figura 3.1. Como se describe en el capítulo 1 en la clasificación de los muebles tenemos los llamados muebles de cajón o gabinetes, los cuales están formados principalmente por 2 costados y unos travesaños que unen esos costados y forman el cuerpo del mueble. Tenemos como ejemplo de muebles de cajón los veladores, cómodas, semaneros, aparadores, archivadores, etc. En la figura 3.6 tenemos el esquema de la estructura de un mueble de cajón. Esta estructura es la que va a soportar las demás partes del mueble como son puertas, gavetas, tablero superior, decorativos, patas y demás.

Los materiales de los que normalmente está formada esta estructura es Aglomerado, tanto los tableros costados como los travesaños que los unen.

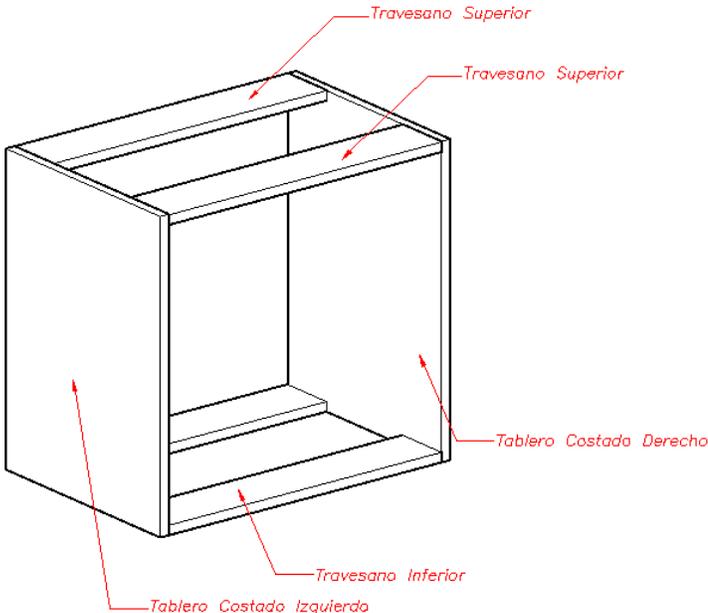


Figura 3.6 Estructuración de un mueble

La unión la provee los tarugos que son pequeños pasadores de madera que unen las dos partes mediante pegamento, estos los podemos ver en la Figura 3.7.

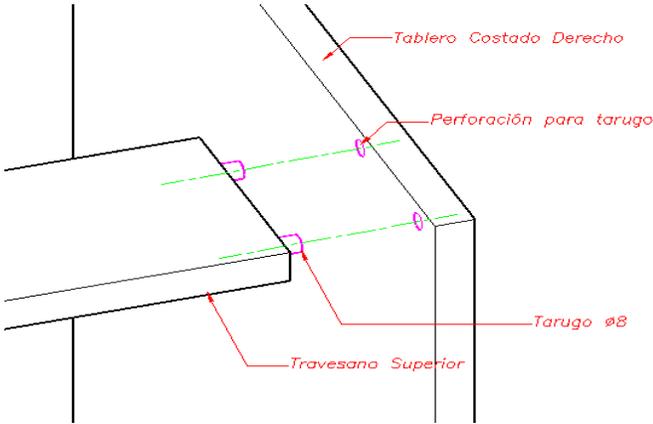


Figura 3.7 Estructuración de un mueble

Los tarugos son de madera, y llevan unas estrías que permiten que se aloje el pegamento. Las dimensiones más utilizadas en los tarugos utilizados en la empresa son:

Diámetros: 6, 8, 10 y 12

Longitudes: 28, 38 y 48

El tarugo más utilizado para las estructuras es el de diámetro 8mm por una longitud de 28 mm, permitiendo que se haga una perforación de 20mm en el travesaño y de 10 mm en el tablero costado ya que el espesor más común para esta parte es de 16 mm. La suma de la profundidad de las dos perforaciones siempre dará 2mm mas que la longitud de los tarugos, esto servirá para alojar el pegamento que resulta empujado hacia adentro al momento de introducir el tarugo.

3.3.1 Cálculo de esfuerzos velador aglomerado-tarugo-cola

Se muestra en la Figura 3.8 la estructura original, que tiene las uniones entre los travesaños y paneles costados con tarugos y estos están sometidas a esfuerzos cortantes principalmente, por lo que es necesario que calculemos el esfuerzo cortante promedio para así determinar si el material que se utiliza es lo suficientemente resistente para soportar las cargas a las que el mueble va a estar sometido.

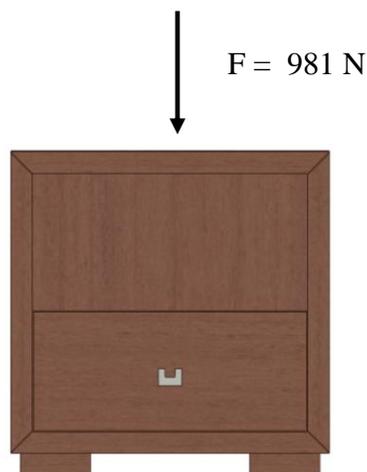


Figura 3.8 Velador con carga puntual

Basados en las normas ICONTEC NTC2305 que son las normas colombianas y de las cuales derivan las normas INEN encontramos que para los muebles de madera tipo gabinetes como en este caso el velador Basilea debemos calcular los esfuerzos considerando un “maltrato aceptable” para lo cual vamos a tomar una carga de 100 Kg fuerza que equivalen a 981 N.

3.3.1.1 Cálculo de la unión o junta

Cálculo para el tarugo:

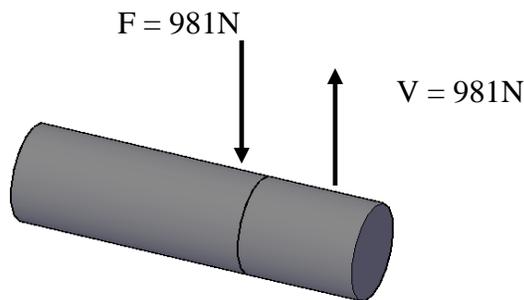


Figura 3.9 Diagrama de cuerpo libre

Dónde:

V es la fuerza cortante

A es el área del tarugo sometida al esfuerzo cortante (por el número de tarugos que soportan la fuerza)

F es la fuerza aplicada

$$\tau_{prom} = \frac{V}{A} \quad \text{Ec. 3.1 [14]}$$

$$\tau_{prom} = \frac{981 N}{\pi * (0.004 m)^2 * 8 \text{ tarugos}}$$

$$\tau_{prom} = 2.44 \text{ Mpa}$$

$$2.44 \text{ Mpa} = 24.88 \text{ Kgf/cm}^2$$

Calculo para el travesaño:

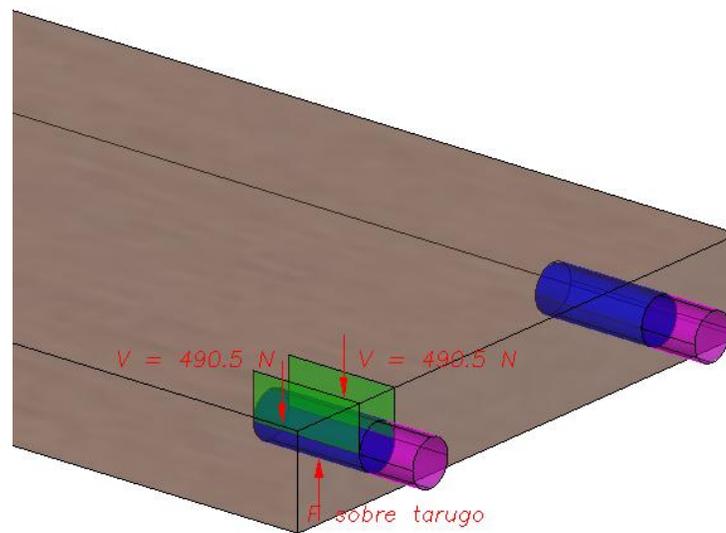


Figura 3.10 Cortantes

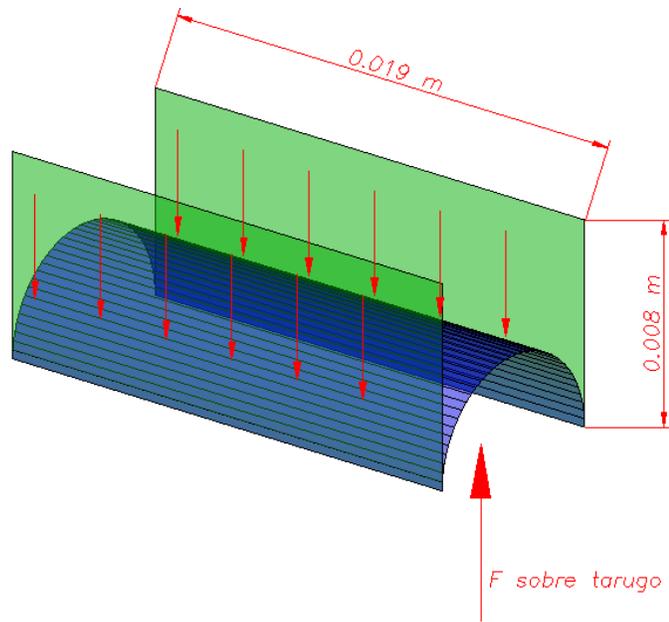


Figura 3.11 Esfuerzos sobre elemento de unión

Dónde:

V es la fuerza cortante

A es el área del travesaño sometido al esfuerzo cortante por el número de tarugos que soportan la fuerza

F es la fuerza aplicada sobre cada tarugo

$$\tau_{prom} = \frac{V}{A}$$

$$\tau_{prom} = \frac{\frac{981}{2} N}{0.008 m * 0.019 m * 8}$$

$$\tau_{prom} = 0.38 Mpa$$

$$0.40 Mpa = 4.11 Kgf/cm^2$$

$$\tau_{perm} = \frac{\tau_{falla}}{FS}$$

Dónde:

τ_{perm} es el esfuerzo permisible

τ_{falla} es el esfuerzo de falla que entrega el proveedor del material

FS es el factor de seguridad

$$\tau_{perm} = \frac{114 \text{ kg/cm}^2}{2}$$

$$\tau_{perm} = 57 \text{ kg/cm}^2$$

Como resultado se indica mediante el cálculo que el esfuerzo en el mueble es menor al esfuerzo permisible aceptando las condiciones integradas por la norma.

3.4 Análisis velador Basilea unión MDF - Folding

La propuesta planteada elimina las uniones visibles ya que elimina casi todas las partes internas y forma la estructura del mueble con una sola pieza.

Esta propuesta también presenta una ventaja estética ya que al ser una sola pieza que se envuelve para formar el mueble, mantiene la continuidad en el jaspe de la chapa, se lo puede observar en la Figura 3.12.



Figura 3.12 Detalle del Jaspe

Ya que el principio para utilizar este proceso de estructuración se basa en doblar este tablero, se le conoce dentro de la organización como “FOLDING”. También toma este nombre ya que es el mismo principio que tienen las artesanías originarias de Japón conocidas como Origami, el cual es un arte que consiste en el plegado de papel y sin usar tijeras para obtener diversas figuras que se pueden considerar esculturas de papel. (Figura 3.13)

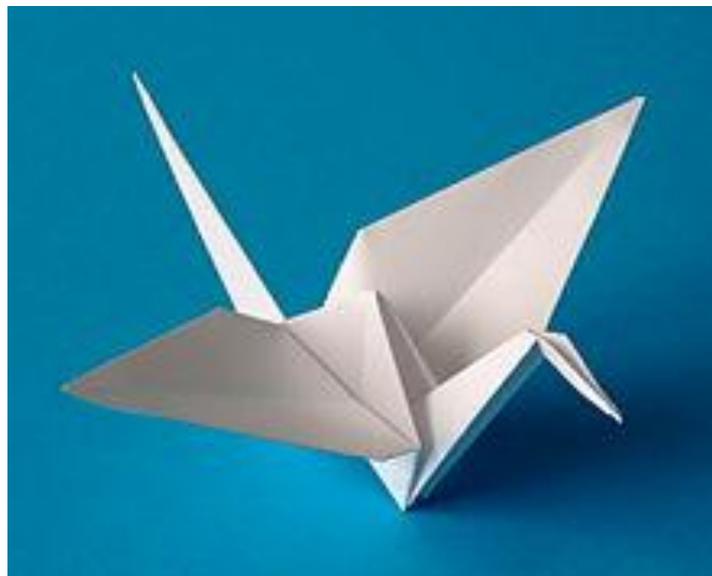


Figura 3.13 Grulla de papel [15]

3.3.1 Proceso de fabricación.

En el capítulo 1 se explica el proceso de preparación de tableros, para el caso del folding es exactamente igual con la diferencia que se utiliza exclusivamente MDF, por sus propiedades de maquinabilidad debido a su particulado fino y homogéneo.

El proceso de folding propiamente dicho inicia en maquinado, es decir que el corte, el enchapado de las caras y de los cantos es igual que para el resto de tableros de MDF.

El maquinado del tablero consiste en un ruteado mediante una fresa en V con un ángulo de 90 grados en la punta y de acuerdo a un programa previamente establecido por el técnico o responsable del diseño, esto se puede ver en la Figura 3.14.



Figura 3.14 Proceso de ranura con fresa V

Este ruteado o fresado es el que permite que el tablero se pueda doblar para formar ángulos a 90 grados y se puede estructurar el mueble. Figura 3.15.



Figura 3.15 Tablero armado con folding

Luego se observa el folding de una mesa la cual forma un travesaño inferior con un solo tablero armado. Figura 3.16.



Figura 3.16 Tablero armado con folding antes y después de armado

Para lograr este fresado se necesita una herramienta de corte que tenga la forma en “V” para poder realizar el ruteado. En la figura 3.17 se puede ver la fresa montada en el mandril lista para su utilización en el centro de mecanizado cnc.

En el caso del dormitorio Basilea y específicamente del Velador se tiene que reformar completamente la producción del mismo si se desea cambiar a folding el proceso de fabricación.

Para hacer el cambio de estructura se tiene en cuenta que el resultado va a ser superficies limpias y sin uniones visibles, esto significa que si el diseño del mueble no se adapta a esta nueva característica pues no se puede hacer el cambio de estructura.



Figura 3.17 Herramienta cónica para fresado en V

El velador Basilea se presta perfectamente para trabajar en folding, para lo cual se inicia identificando todas las partes que van a formar el mueble y que vienen del mismo tablero.



Figura 3.18 Máquina CNC modelo Vantaje 200

La máquina encargada de realizar los ruteados con la fresa para el proceso folding es la Vantage 200, la cual presenta las siguientes características que la hacen ideal para el proceso folding. (Figura 3.18)

- Alta precisión de trabajo, con tolerancia menor a 5 centésimas de milímetro.
- Velocidad del cabezal de hasta 130 mt/min
- Alta aceleración.
- Uso eficiente de la energía debido al alto performance de su bomba de vacío.
- Magazine de herramientas de 14 puestos.

En la tabla 3.2 se puede observar el Básico, donde se ha distribuido las diferentes piezas que formaran el velador. En este gráfico se puede apreciar que de un solo básico va a salir 2 veladores ya que en el se especifican las siguientes partes:

DENOMINACION	CANTIDAD	DIMENSIONES
PANEL COSTADO	4	559 X 413
PANEL SUPERIOR	2	587 X 413
PANTALLA	2	1705 X 38
TRAVESANOS PANTALLA	2	511 X 38
FRENTE DE GAVETA	2	507 X 221
TRAVESANOS	4	575 X 100

Tabla 3.2 Lista de partes que salen de un básico del velador Basilea

Estas partes detalladas en la figura 3.19 salen de un solo básico el cual se procesa en un centro de mecanizado cnc tomando en cuenta todas las medidas, las cuales se observan en la Figura 3.20.

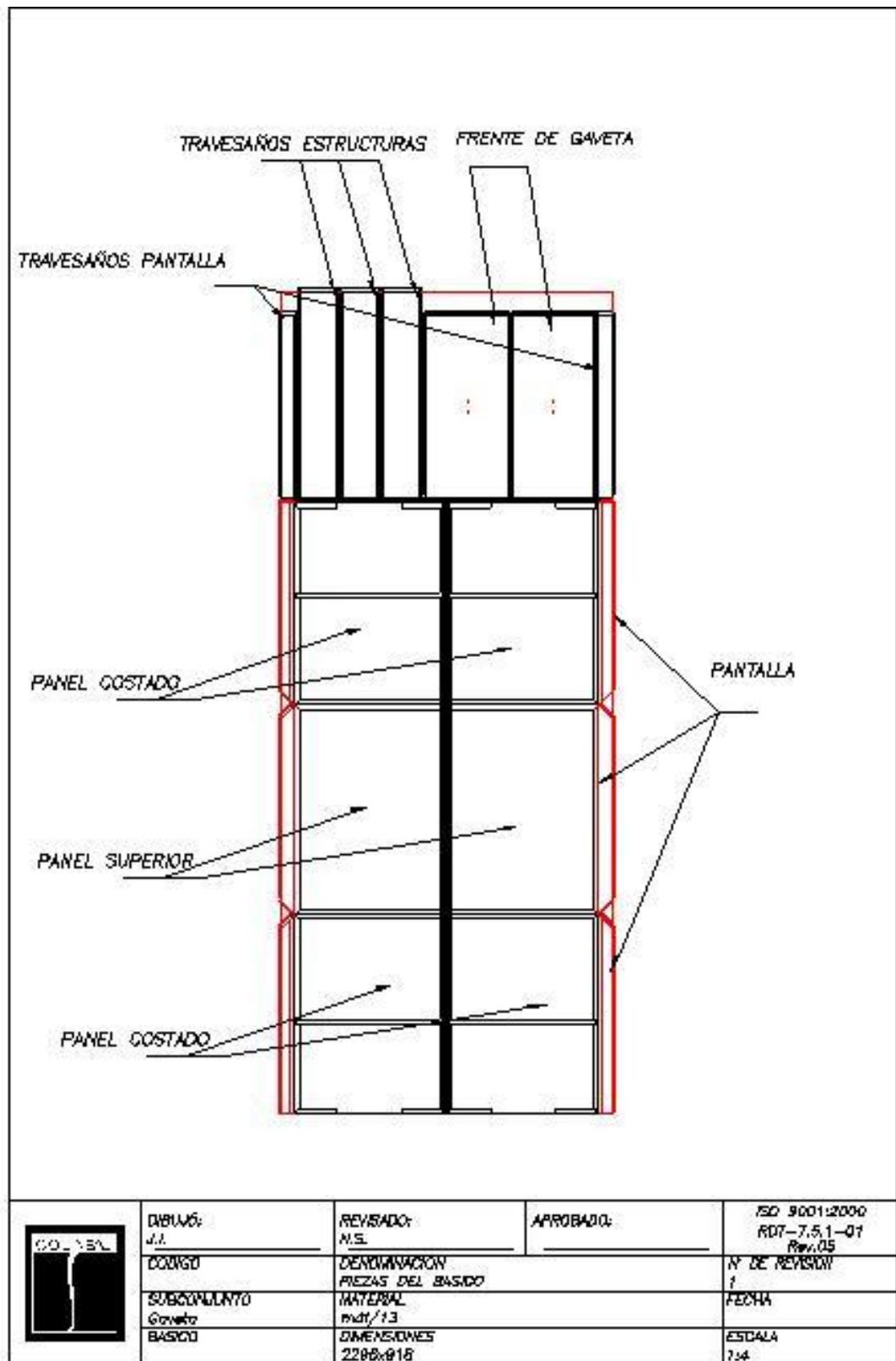


Figura 3.19 Partes del velador Basilea

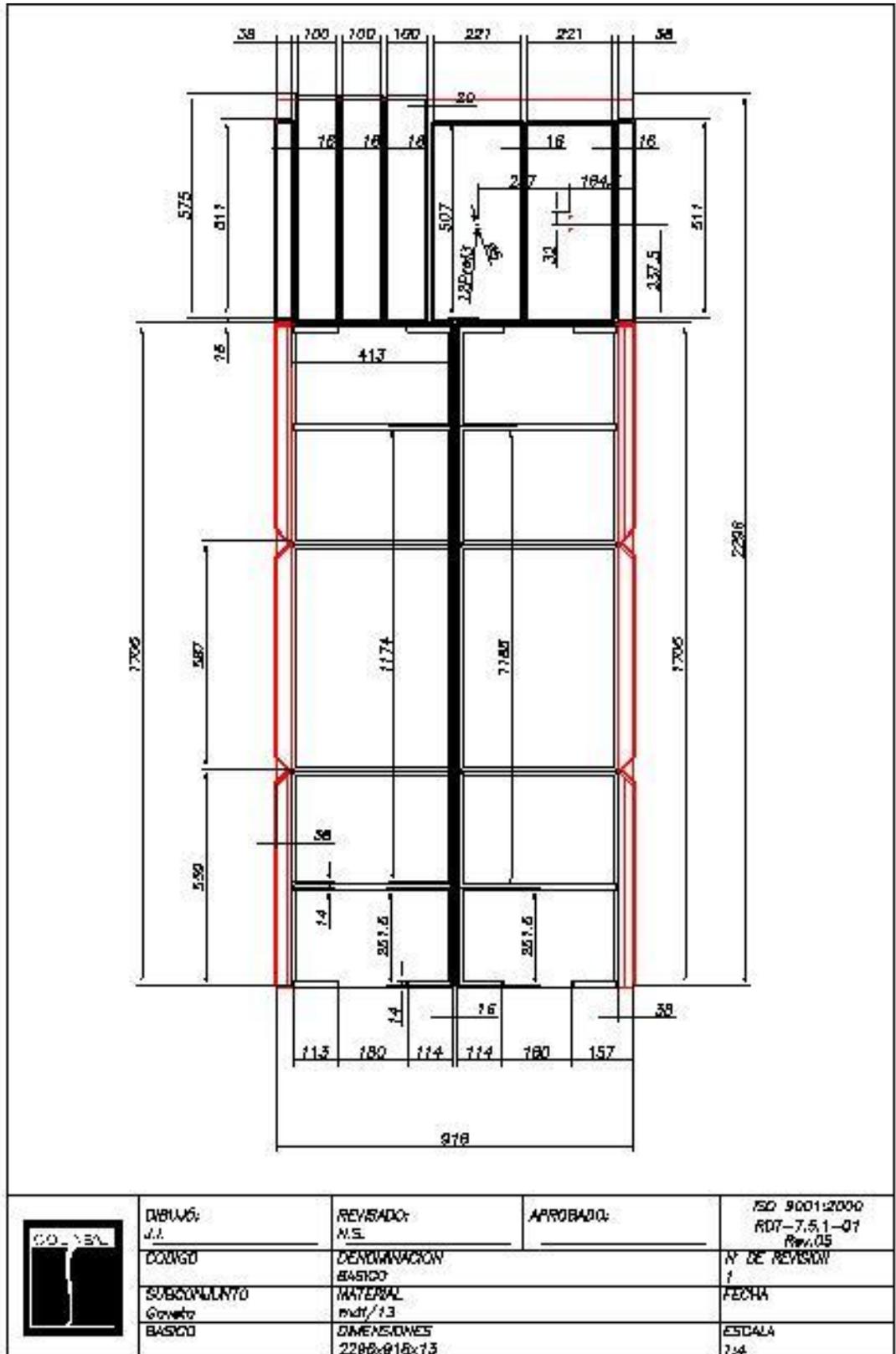


Figura 3.20 Medidas del velador Basilea

3.4.1 Cálculo de esfuerzos velador MDF en Folding

Con la nueva estructura en folding se convierte en un solo cuerpo el cual está sometido a esfuerzos de flexión principalmente.

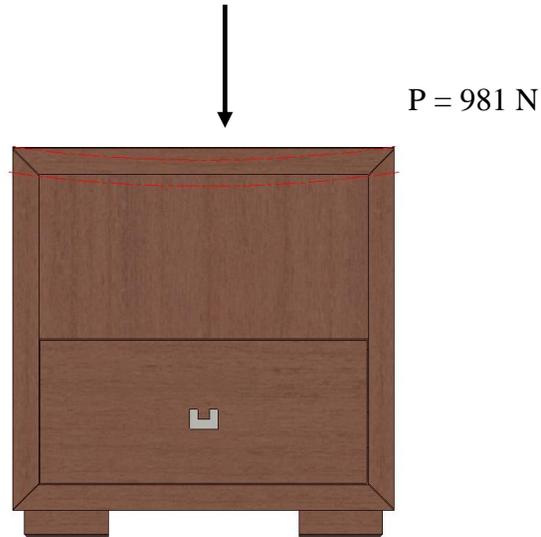


Figura 3.21 Esfuerzos sobre velador con mdf

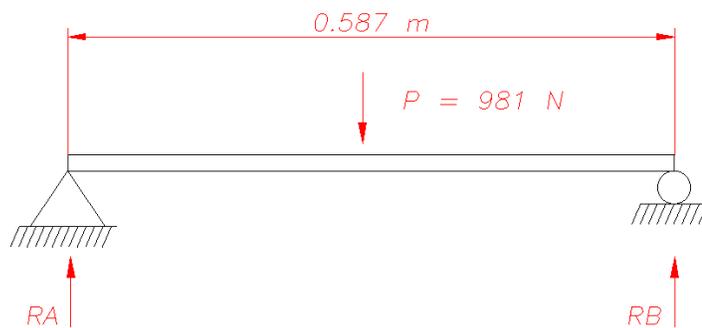


Figura 3.22 Diagrama de Esfuerzos

Donde:

RA es la reacción en el punto A

RB es la reacción en el punto B

P es la fuerza ejercida = 100 kgf = 981 N

$$\sum F_Y = 0 \quad \text{Ec. 3.2 [14]}$$

$$P = RA + RB$$

$$981 = RA + RB$$

$$\sum MA = 0$$

$$981 * \left(\frac{0.587}{2}\right) - RB * 0.587 = 0$$

$$RB = 490.5 \text{ N}$$

$$RA = 490.5 \text{ N}$$

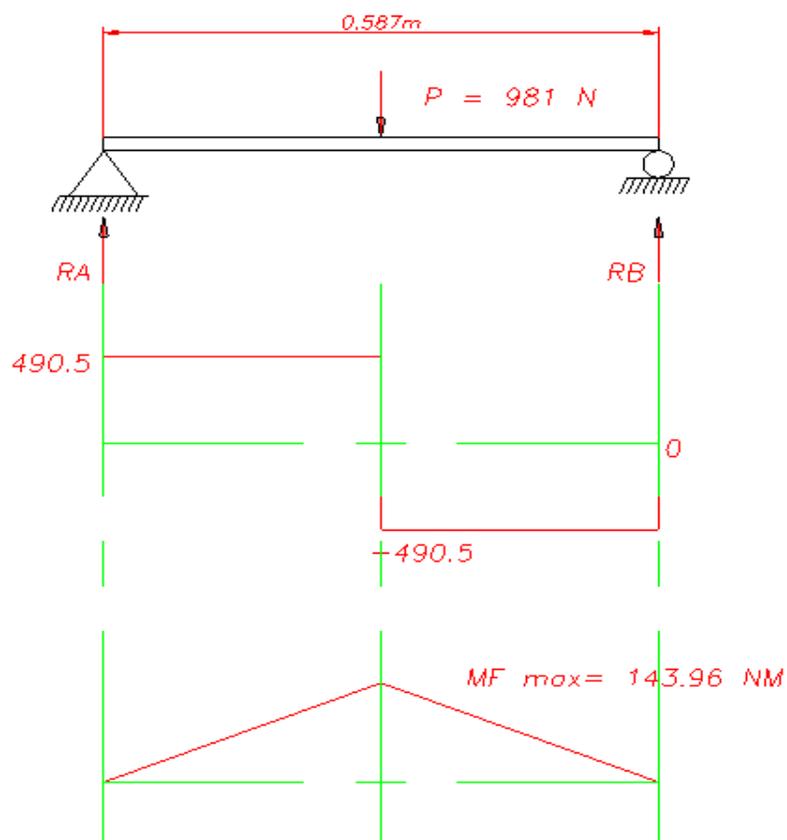


Figura 3.23 Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector

Calculo de Inercia

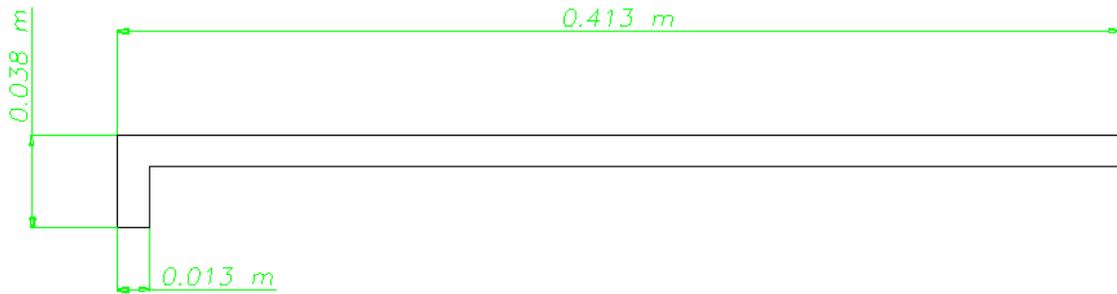


Figura 3.24 Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector

$$A = (0.413 * 0.013) + (0.025 * 0.013) = 0.005694 \text{ m}^2$$

Calculo de Momento respecto a la base

$$M = (0.413 * 0.013) * 0.0315 + (0.025 * 0.013) * 0.0125$$

$$M = 0.000173186 \text{ m}^3$$

Distancia al eje neutro

$$Yg = \frac{M}{A} \text{ Ec. 3.3 [14]}$$

$$Yg = 0.0304 \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{12} b * h^3 + A * Y - Yg \text{ Ec. 3.4}$$

$$I = \left[\frac{1}{12} 0.413 * 0.013^3 + (0.413 * 0.013 * (0.0315 - 0.0304)^2) \right] + \left[\frac{1}{12} 0.013 * 0.025^3 + (0.013 * 0.025 * (0.0304 - 0.0125)^2) \right]$$

$$I = 2.03E - 7 m^4$$

Calculo del esfuerzo normal máximo

$$\sigma \max = \frac{M \cdot c}{I} \text{ Ec. 3.5 [14]}$$

Donde:

$\sigma \max =$ *esfuerzo normal máximo*

M = Momento flector máximo

C = Distancia perpendicular al eje neutro

I = Momento de Inercia respecto al eje neutro

$$\sigma \max = \frac{143.96 N m * 0.0304m}{2.03 E - 7 m^4}$$

$$\sigma \max = 21,558 \text{ Mpa}$$

Este resultado es menor al σ *permisible* cumpliendo de igual manera con las normas establecidas para el buen funcionamiento del diseño.

3.5 Verificación de los datos obtenidos mediante el programa de análisis de estructuras.

Análisis de elementos sometidos a esfuerzos mediante el SAP 2000 (Structural Analysis Program)

Para utilizar este programa utilizamos los mismo datos iniciales con los que se basó los cálculos en el modo analítico. En el gráfico observamos los factores de trabajo a los

cuales esta expuesto la estructura en donde las vigas de costado soportan más esfuerzo que la viga intermedia pero dentro de un rango de tolerancia admisible para las cargas que fue diseñado.

Datos:

Fuerza aplicada = 981 N

Material = MDF

Espesor = 13 mm

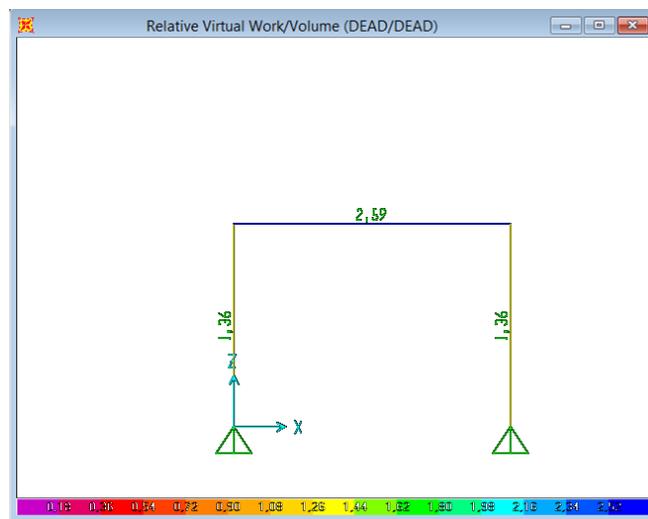


Figura 3.25 Diagrama de esfuerzo trabajo

Las fuerzas axiales actúan directamente sobre el centro axial de las vigas costados las cuales mediante la gráfica se observan que están sometidas a compresión y la viga superior desplaza o distribuye la fuerza hacia los costados ya demás de estar sometida a tracción de forma muy leve por lo que no se puede observar si no al analizar elemento a elemento.

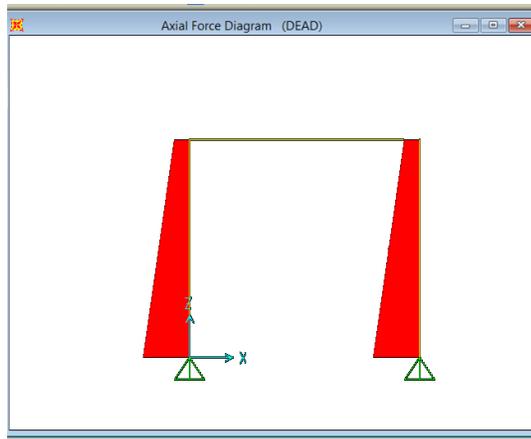


Figura 3.26 Diagrama de esfuerzo axial

Las tensiones paralelas actúan directamente sobre la viga superior del velador creando una tensión interna en la viga las cuales actúan deformando y tratan de pasar de este punto al corte. Es importante recortar que los esfuerzos están de forma distribuida a lo largo de la viga.

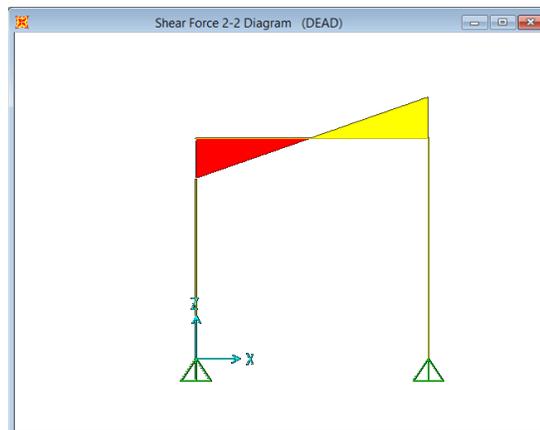


Figura 3.27 Diagrama de esfuerzo de corte

La distribución de tensiones sobre una sección transversal sobre una viga flexiona la misma sobre una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

Estas fuerzas actúan sobre la viga superior sometida a fuerzas distribuidas a lo largo de la viga obteniendo un momento flector como se observa en la Figura 3.28.

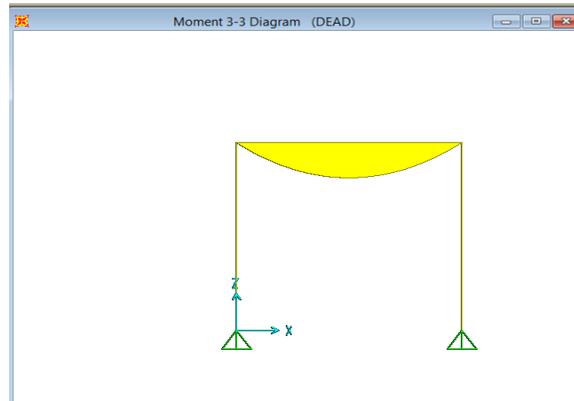


Figura 3.28 Diagrama de esfuerzo momento flector

3.5.1.1 Análisis de elementos individuales

La Figura 3.29 muestra todos los esfuerzos a los cuales está sometida la viga superior siendo corte flexión y momento flector además de cargas axiales, estas sirven mucho para tomar decisiones en cuanto a cambio de sección o material.

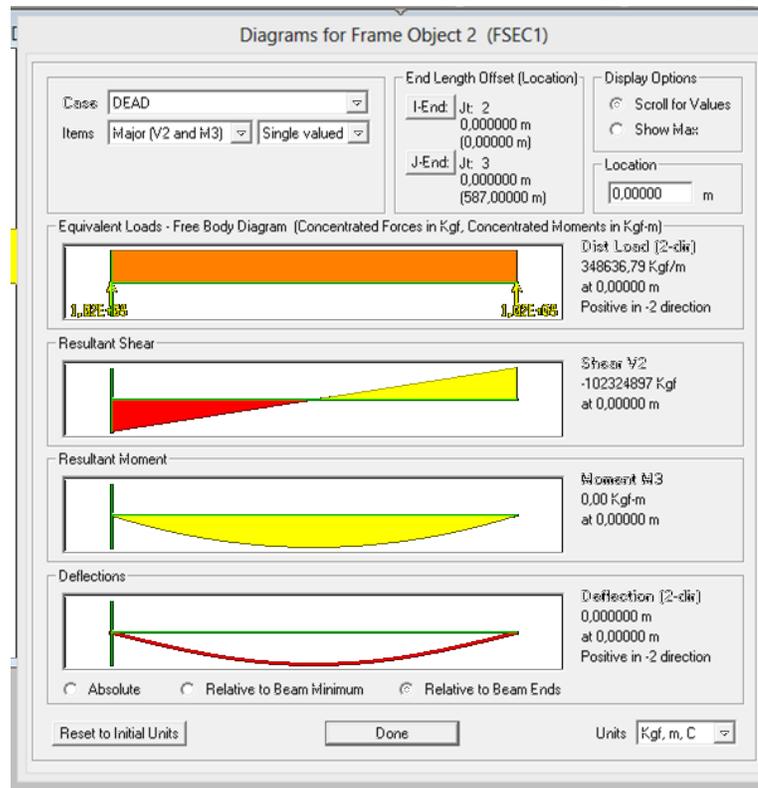


Figura 3.29 Esfuerzos sobre viga superior

La Figura 3.30 muestra todos los esfuerzos a los cuales está expuestas la viga costado la cual se encuentra sometida a compresión y cargas axiales que actúan sobre su eje como se mencionó las gráficas de cada elemento nos ayudan a tomar importantes decisiones.

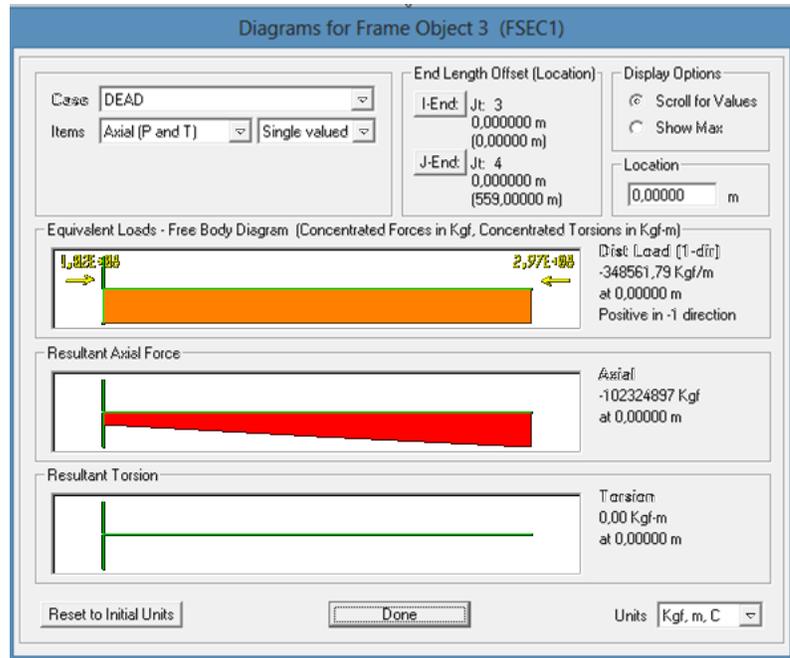


Figura 3.30 Esfuerzos sobre viga costado

Todo lo expuesto se considera para el buen funcionamiento de la estructura tratando de simular en lo posible las condiciones y esfuerzos a los cuales estará sometido el mueble diseñado.

4 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Generalidades

Un problema común en la evaluación de un proyecto es que las prioridades difieren a veces entre los inversionistas, los ejecutivos y el evaluador. Es lo que nos distingue como seres humanos: ser diferentes por nuestro nivel de expectativas, grados de aversión al riesgo o información que manejamos.

El estudio de proyectos es tomado como un proceso de generación de información el cual sirve de apoyo a la actividad gerencial el cual ha llegado a un posicionamiento indiscutible siendo esta el mismo una de las principales herramientas para la ejecución de un proyecto. Todo proyecto conlleva una tarea difícil de enfrentar la toma de decisiones de inversión, tanto para crear nuevas empresas como para modificar una situación existente en una empresa en marcha.

En otras palabras, se analiza la variación en la creación de valor futuro que tendría optar por una inversión (o desinversión) en relación con el valor que se podría esperar si se mantiene la situación actual. Una opción que siempre se debe considerar al tomar una decisión es la de mantener las condiciones de funcionalidad vigentes.

4.1.1 Clasificación de los proyectos.

Los proyectos de inversión se dividen en dependientes, independientes y mutuamente excluyentes.

Una primera clasificación de estos proyectos se realiza en función de la finalidad de la inversión donde se toma el objetivo de la asignación de los recursos que permiten distinguir entre proyecto que buscan generar nuevos negocios o empresas, y proyectos que buscan evaluar un cambio, mejora o modernización en una empresa existente.

Entres estos últimos las empresas buscan la internalización de servicios o la elaboración de productos provistos por empresas externas, la ampliación del nivel de operación de la empresa, el abandono de ciertas líneas de producción o el reemplaza, renovación de activos que pueden implicar cambios en algunos costos.

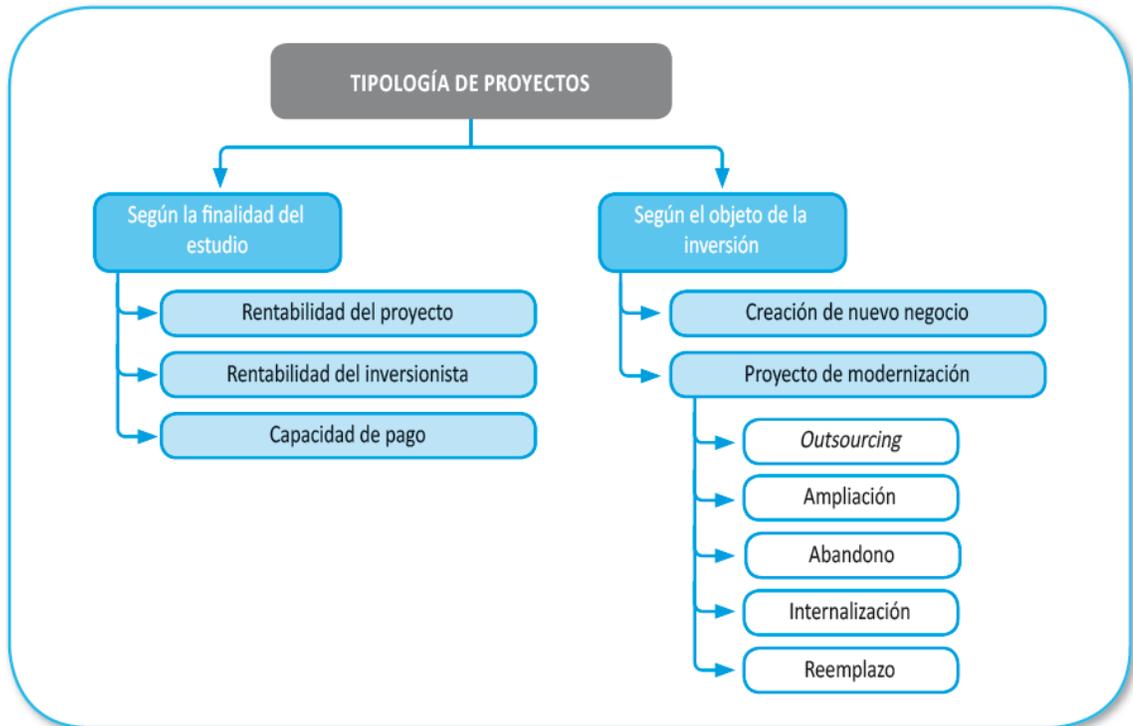


Figura 4.1 Tipología de los proyectos

Fuente: [10]

4.1.1.1 Inversiones dependientes.

Son aquellas que para ser ejecutadas requieren otra inversión eso se da en sistemas que están encadenados es decir el uno debe ejecutarse de forma principal para ejecutarse el otro es por eso que estos no se evaluarán independientes si no en conjunto lo que opaca al uno con respecto al otro.

Este tipo de proyectos se da más por razones económicas que físicas, es decir al ejecutarse los dos a la vez provocan un efecto sinérgico, ya que juntos ocasiona un mayor efecto en la rentabilidad que individualmente.

4.1.1.2 Inversiones independientes.

Estas se pueden realizar sin depender o ser afectadas por otros proyectos esto da una ventaja a los anteriores ya que se pueden ser ejecutados y medidos individualmente además de observar el efecto que estos causan en la área económica

4.1.1.3 Proyectos de inversión mutuamente excluyentes.

Estos son proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se haga el otro o lo hace innecesario esto hace que los proyectos sean más difíciles de elegir pues dentro de la tecnología existen algunos que engloban la innovación pero los mismos van cambiando día a día según las necesidades del usuario y esto hace que sea una toma de decisiones difícil para cada empresa.

4.1.2 Etapas de un proyecto.

Está formada de cuatro etapas que se englobaran en la ejecución del proyecto como: la generación de la idea, los estudios de pre inversión para medir la conveniencia económica de llevar a cado la idea, la inversión para la implementación del proyecto y la puesta en marcha y operación.

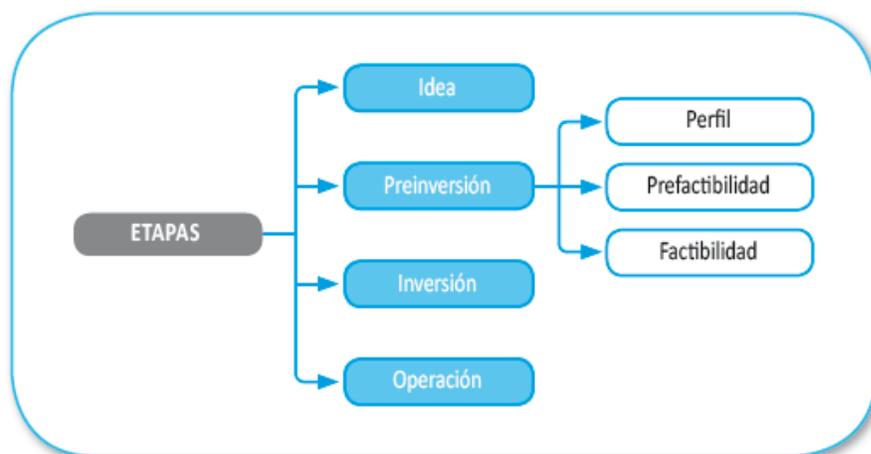


Figura 4.2 Etapas de un proyecto [16]

4.1.2.1 Idea.

Esta se da en el proceso sistemático la cual se genera por la búsqueda de nuevas oportunidades de negocios o de posibilidades de mejoramiento en el funcionamiento de la empresa el cual surge de la identificación de opciones de solución de problemas e ineficiencias internas o mejoramiento de un proceso ya establecido para disminuir costo. En esta etapa también se realiza el diagnostico actual de la empresa y el proyecto a ser ejecutado ya debe tener la solución del problema encontrado es aquí donde se evidencia la conveniencia de implementarlo.

Estos proyectos siempre están en la búsqueda de permanentes ideas de proyectos a través de diversos mecanismos como los siguientes:

- Análisis de problemas, esto nos da la posible solución al mismo mediante la creación de proyectos.
- Análisis de necesidades es revisar lo que el cliente requiere y tratar de satisfacer en un alto 100% su necesidad.
- Análisis de deseos es la etapa en la que los proyectistas desean complacer a sus clientes.
- Análisis de gustos es la etapa más difícil pues es producto no gustara a todos.

4.2 Análisis de viabilidad.

En esta etapa se análisis de la viabilidad del proyecto lo cual nos llevara a la inversión para la ejecución del mismo pero existen además cuatro componentes básicos como:

- El decisor, el cual es un inversionista financista o analista.
- Las variables los factores que afectan al proyecto como alzas de sueldos cambio de moneda o altas tasas de interés.
- Las opciones o proyectos que deberán ser evaluados para aprovechar una oportunidad de negocios.

- Los cálculos que nos darán una guía para la ejecución del mismo (TIR, VAN, Retorno de capital).

Además es responsabilidad del director del proyecto siempre tener más sistemas de medición que generan datos para el éxito del proyecto es por esos que existe otros factores para la viabilidad del mismo como:

- Análisis del entorno
- Análisis del entorno demográfico
- Análisis del entorno cultural
- Análisis del entorno tecnológico

Además es preciso para dar a la aprobación de cualquier proyecto tener tres factores de medición como la viabilidad técnica, la legal y la económica.

4.2.1 Área tecnológica.

Esta área busca identificar las tendencias de la innovación y cuanto este ayudara a la empresa utilizando sus recursos. El proyecto de tesis utilizara la tecnología actual de la fábrica como la maquinas de control numérico y las herramientas de alta tecnología innovando un sistema de construcción conocido como junta lateral (foldin) la cual mejora las condiciones estructurales como:

- Mejora la resistencia.
- Distribuye las cargas sobre las caras de la estructura.
- Existen menos uniones lo cual lo hace más rígido.

4.2.2 Área legal.

Se refiere a la necesidad de determinar tanto la inexistencia de trabas legales para la instalación y la operación normal del proyecto como la falta de normas internas de la empresa que pudieran contraponerse a alguno de los aspectos de la puesta en marcha o posterior operación del proyecto. El proyecto no tendrá trabas legales dentro de la empresa pero si una patente para la práctica de esta nueva tecnología en la empresa.

4.2.3 Área económica.

Esta busca definir mediante una comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto se este es rentable inversión que demanda su implementación.

Para el estudio de esta área nos basaremos en el análisis del TIR y VAN además de revisar el reingreso de capital hacia la empresa.

Para esto analizaremos aspectos de pre factibilidad del proyecto como costo de la energía eléctrica, costo de mano de obra, costo de unidad y tiempo de ejecución, el costo de mantenimiento el porcentaje de pérdidas por manipulación de insumos entre otros.

4.3 Estudio del mercado.

El estudio del mercado es fundamental para el proyecto pues se ejecutaran cambios en algunos productos como el diseño y material a utilizar, esto permitirá asignar los recursos necesarios a la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades del consumidor. Es por esto que la empresa debe investigar las relaciones económicas actuales y sus tendencias, y proyectar el comportamiento futuro de los agentes económicos que se relacionen con el mercado en particular.

Para la vialidad de los cambios generados sobre el velador se realizaron encuestas en la ciudad de Cuenca para ver la preferencia que tiene el público, ya que de este depende mucho el éxito del proyecto, esto se realizo para tener aun mas respaldo para la ejecución del mismo.

Las encuestas fueron realizadas en las siguientes áreas señaladas en el mapa para tener un mayor alcance con las mismas tratando de no discriminar a ciertos grupos o sectores de la ciudad, sino teniendo un claro enfoque acerca del cambio y la opinión del público entrevistado.

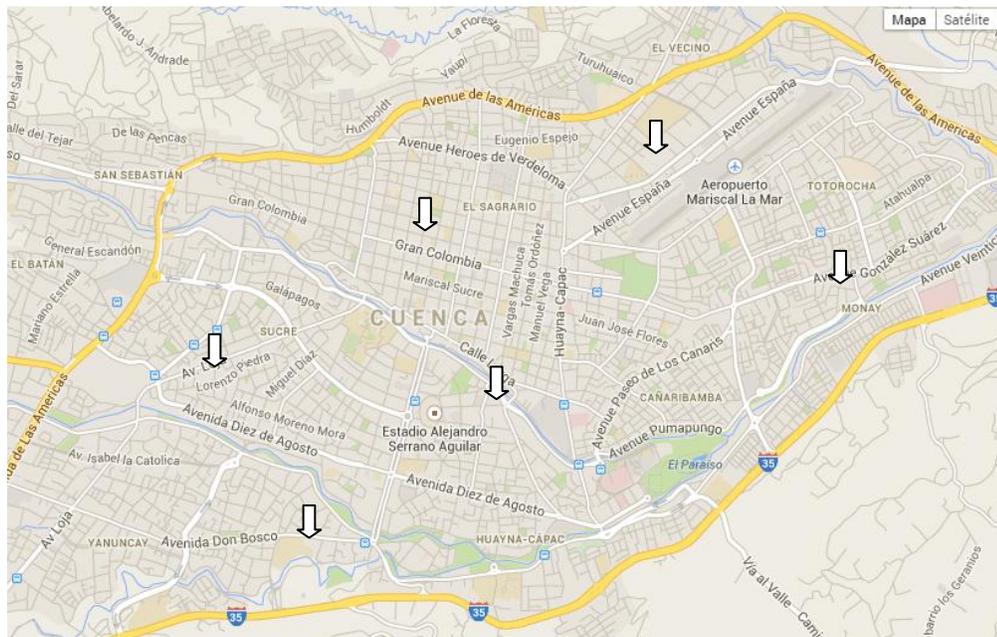


Figura 4.3 Mapa de localización entrevistas en Cuenca [17]

El número de encuestados fue en un total de 50 lo que nos ayudara a tomar una decisión para la ejecución del proyecto de Tesis el resumen de datos se los presenta en la tabla y la encuesta realizada se encuentra en el anexo 4.

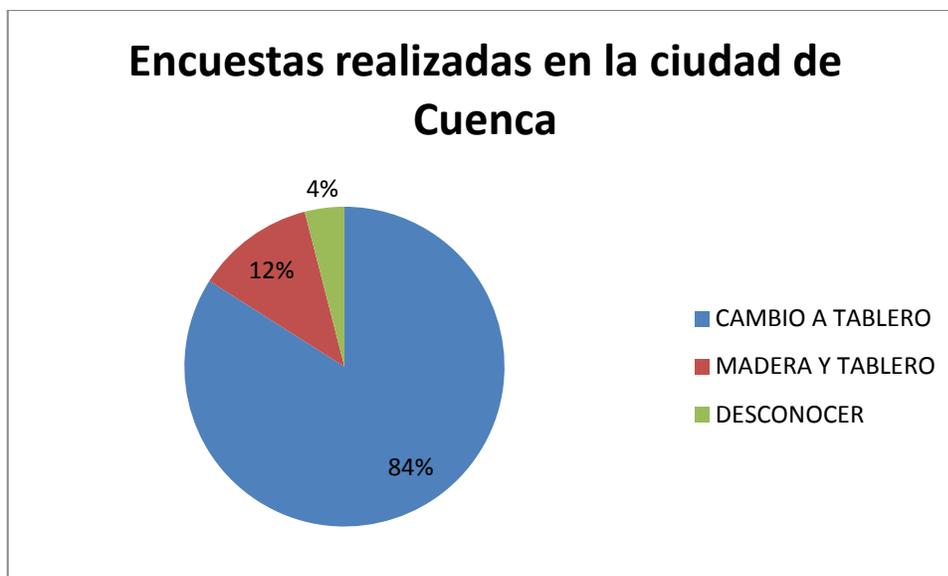


Figura 4.4 Resultados de entrevista ciudad de Cuenca

Como se observa tenemos una aceptación del proyecto del 84% por el público entrevistado por lo que el cambio no genera disminución en las ventas si no una muy notable mejora.

4.3.1 Comportamiento económico del mercado para el proyecto

Existen tres mercados que evaluarán la inversión del proyecto y estos corresponden a la demanda, a la oferta y a los costos tratando de englobarse todos en la maximización de los beneficios.

4.3.1.1 Comportamiento de la demanda

Los consumidores buscan satisfacer una necesidad la cual esta sujeta a diversas restricciones las cuales son conocidas como demandas del mercado. Estas necesidades que desean satisfacer los productores se conocen como demandas del mercado lo cual se verá reflejado en el precio del producto.

En la industria la demanda del mercado trata de satisfacer sus necesidades pero estas no son permanentes y cambian con la edad de las personas, su nivel de educación, su riqueza, los estímulos de la publicidad o las presiones de su grupo. Esta cantidad conocida como la cantidad demandada del parte del ofertante representa para el mismo un poder de adquisición de producto dado un precio determinado y no lo que desearía adquirir.

4.3.1.2 Comportamiento de la oferta

Estudia el comportamiento de los consumidores, la oferta del mercado corresponde a la conducta de los empresarios es decir, a la relación entre la cantidad ofertada de un producto y su precio de transacción. Otros elementos que condicionan la oferta son el costo de producción del bien o servicio, el grado de flexibilidad en la producción que tenga la tecnología las expectativas de los productores, la cantidad de empresas den el

sector, el precio de bienes relacionados y la capacidad adquisitiva de los consumidores entre otros.

Al igual que la demanda la oferta se refleja en una curva en función de la cantidad ofrecida y el precio ya que están muy vinculadas al éxito de un determinado producto.

4.3.1.3 Comportamiento de los costos

La forma más tradicional de clasificar los costos de operación de un diseño es lo que la diferencia entre los costos fijos y variables. Los costos fijos totales incurren en un periodo determinado independientemente del nivel de producción en la empresa. Los costos variables estos dependen del nivel de producción y la suma de ambos costos reflejara el costo total del periodo.

Esto es lo que creara los límites de una capacidad dada de planta la empresa podrá variar sus niveles de producción haciendo cambiar la cantidad de insumos ocupados y por lo tanto sus costos variables.

4.4 Cálculos para el financiamiento y rentabilidad del proyecto.

Este estudio analiza el movimiento del mercado mediante una revisión de resultados e inventarios los cuales nos llevan a tomar decisiones de inversión o cambio.

4.5 Costos del proyecto.

En economía el coste o costo es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un producto. La Clasificación está definida por lo siguiente:

- Costos directos: estos son gastos que se incorporan directamente al producto.
- Costos indirectos: es el dinero colocado sobre los rubros que no intervienen directamente en la transformación de las materias primas.
- Costos variables: son los gastos imprevistos

- Costos fijos: estos gastos se dan por el solo hecho de existir la empresa

4.5.1 Costos de funcionamiento del proyecto.

Existe un período entre la finalización de las obras y la producción en régimen normal, que se denomina "puesta en marcha" y cuya duración puede variar desde unas pocas semanas hasta varios meses. Lógicamente, en ese lapso se incurre en una serie de gastos, los cuales pueden ser divididos en dos grandes grupos:

- Gastos de construcción durante la puesta en marcha (pérdidas en líneas y equipos, defectos de diseño que deben solucionarse, falla de instrumentos, necesidad de equipos adicionales, etc.).
- Costos de operación de puesta en marcha (salarios, materias primas, productos semiterminados o terminados fuera de especificación, etc.).

Generalmente la puesta en funcionamiento del sistema de secado, es “aproximadamente el 5 % del valor de la maquinaria” [16].

El costo de funcionamiento se considero como parte de los anexos por lo que lo encontrara en el Anexo 4.

4.6 Imprevistos del proyecto.

Para este punto se recomienda “tomar un 5 %”[10] de la suma de los valores de costos de construcción, y puesta en funcionamiento del sistema, como variaciones de pequeños precios adicionales.

El costo de imprevistos se considero como parte de los anexos por lo que lo encontrara en el Anexo 5.

4.7 Maquinaria y equipos.

Las maquinarias son elementos que se utilizan para dirigir la acción de fuerzas de trabajo a base de energía, en este punto del análisis económico del proyecto el cual comprende el costo de todos los valores o rubros de los materiales y máquinas que son necesarias para la implementación de todo el sistema.

Estos costos se pueden obtener al hacer listas de los diferentes materiales, para tener varios proveedores, de esta manera comparar cotizaciones, eligiendo la más adecuada sin esto significar que se adquirirá un producto de la mala calidad o funcionamiento.

Entonces se puede dividir en etapas de construcción, o función, los componentes necesarios para el sistema secador de madera, de esta manera poder llevar un registro ordenado y tener un cálculo aproximado del diseño y los componentes del sistema como:

1. Adaptación del cabezal.
2. Instalaciones.
3. Herramientas.
4. Sistemas de control

4.8 Flujo de caja.

En finanzas y en economía se entiende por flujo de caja o de fondos a los flujos de entrada y salida de caja en un período dado.

El estudio de los flujos de caja dentro de una empresa puede ser utilizado para determinar:

- Problemas de liquidez
- Para analizar la viabilidad de proyectos de inversión
- Para medir la rentabilidad o crecimiento de un negocio

Los flujos de liquidez se pueden clasificar en:

1. Flujos de caja operacionales: efectivo recibido o expendido como resultado de las actividades económicas.
2. Flujos de caja de inversión: efectivo recibido o expendido considerando los gastos en inversión de capital que beneficiarán el negocio a futuro
3. Flujos de caja de financiamiento: efectivo recibido o expendido como resultado de actividades financieras, tales como recepción o pago de préstamos

El flujo de caja realizado para este proyecto engloba los costos de ingresos y egresos que se pudieron obtener en base al estudio realizado el cual se presenta en la tabla 4.1.

FLUJO DE CAJA		
DETALLE DE INGRESOS	MES 1 \$	AÑO1 \$
INGRESOS COSTO UTILIDAD	11357,7325	136292,79
AHORRO OPERADORES	419,55	5034,6
TOTAL INGRESOS	11777,2825	141327,39
DETALLE DE EGRESOS		
SUMINISTROS	523,5644	6282,7728
EGRESOS DE CONSUMO	523,5644	6282,7728
MANO DE OBRA DIERCTA	419,55	5034,6
MANO DE OBRA INDIRECTA	414,147	4969,764
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	260	3120
COSTO DEL PROCESO	5,7	68,4
COSTO VARIOS	25,8333333	25,8333333
EGRESOS OPERATIVOS	1093,697	13218,5973
TOTAL DE EGRESOS	1617,2614	19501,3701
SALDO NETO	10160,0211	128108,793
SALDO ACUMULADO	10160,0211	17600,1456

Tabla 4.1 Flujo de caja

4.9 Análisis de costos por cada centro de Costo.

De acuerdo al detalle del proceso de fabricación explicado en el capítulo 2 se realiza un análisis de costo tanto de la estructura convencional como de la propuesta en folding, para confirmar que este nuevo procedimiento de fabricación sea rentable y ventajoso.

CUADRO COMPARATIVO DEL COSTO DE FABRICACIÓN UNITARIO POR CENTRO DE COSTO			
CENTRO DE COSTO	RUBRO	FABRICACIÓN CONVENCIONAL	FABRICACIÓN FOLDING
PREPARACION DE MADERA	MATERIA PRIMA	6.46	2.51
	MANO DE OBRA DIRECTA	0.66	0.25
	MANO DE OBRA INDIRECTA	0.18	0.17
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	7.3	2.93
PREPARACION DE TABLEROS	MATERIA PRIMA	19.72	19.34
	MANO DE OBRA DIRECTA	2.38	1.54
	MANO DE OBRA INDIRECTA	0.67	0.43
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	22.77	21.31
MAQUINADO	MANO DE OBRA DIRECTA	6.58	1.26
	MANO DE OBRA INDIRECTA	1.84	0.35
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	8.42	1.61
LIJADO	MANO DE OBRA DIRECTA	2.1	0.95
	MANO DE OBRA INDIRECTA	0.59	0.27
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	2.69	1.22
MONTAJE INICIAL	MATERIA PRIMA	2.97	2.97
	MANO DE OBRA DIRECTA	2.1	0.7
	MANO DE OBRA INDIRECTA	0.59	0.2
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	5.66	3.87

LACADO	MATERIA PRIMA	4.9	4.13
	MANO DE OBRA DIRECTA	4.34	2.94
	MANO DE OBRA INDIRECTA	1.22	0.82
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	10.46	7.89
MONTAJE FINAL	MATERIA PRIMA	3.74	3.74
	MANO DE OBRA DIRECTA	1.96	1.4
	MANO DE OBRA INDIRECTA	0.55	0.39
	SUBTOTAL COSTO PRIMO	6.25	5.53

Tabla 4.2 Cuadro comparativo de costos del Velador Basilea por centro

En la tabla 4.2 se especifica cada uno de los centros y los valores tanto de materia prima, mano de obra directa y mano de obra indirecta. Los datos de la mano de obra directa es calculada con los datos de tiempos tomados en planta durante la fabricación de los muebles, y los datos de mano de obra indirecta son tomados considerando el valor de nómina del personal indirecto y administrativo en un período de tiempo de un mes dividido para la producción de todo el mes.

Los valores de la materia prima se obtuvo de la base de datos del departamento de compras y las cantidades del sistema GP que es el programa que administra la producción y tiene las recetas o cantidades de materiales de cada mueble.

La tabla 4.3 compara los costos generales del velador Basilea entre la fabricación convencional y la propuesta Folding.

CUADRO COMPARATIVO DEL COSTO DE FABRICACIÓN UNITARIO		
RUBRO	FABRICACIÓN CONVENCIONAL	FABRICACIÓN FOLDING
MATERIA PRIMA	\$ 37.79	\$ 32.69
MANO DE OBRA	\$ 25.75	\$ 11.57
GASTOS DE FABRICACIÓN	\$ 12.71	\$ 8.85
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 76.25	\$ 53.11

Tabla 4.3 Cuadro comparativo de costos del Velador Basilea

CUADRO COMPARATIVO POR MATERIALES Y TIEMPO			
MATERIALES	UNIDAD	FABRICACIÓN CONVENCIONAL	FABRICACIÓN FOLDING
MADERA SÓLIDA	dm ³	9,39	3,57
TABLEROS	M ²	2,097	2,25
CHAPA DE MADERA	M ²	3,36	4,01
LACA	Lt	0,48	0,38
SELLO	Lt	0,28	0,35
TINTE	Lt	0,67	0,4
TIEMPO EN PLANTA	Hora	7,18	3,23

Tabla 4.4 Cuadro comparativo de materiales y tiempo de producción

Los gastos de fabricación incluidos en la tabla 4.3 son obtenidos de los gastos de fabricación en el período de un mes dividido para el valor de producción, lo que se aplica al costo primo.

Los datos a los que están referidas las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 se encuentran en las cédulas de costos y listas de materiales del anexo 9

4.10 Tasa interna de retorno (TIR).

La tasa interna de retorno o la tasa interna de rentabilidad es la ganancia que se genera al ejecutar el proyecto, esta rentabilidad se dará a medida que pase el tiempo es decir es una inversión a largo plazo.

4.10.1 Definiciones del TIR.

Se lo define como:

- La tasa de interés por la cual se recupera la inversión.
- La tasa de interés máxima que se puede endeudar para no perder.
- La tasa de interés para la cual el Beneficio actualizado neto (VAN) es igual a cero.

4.10.2 Reglas para la utilización del TIR.

- Si el TIR es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que obtendría el inversionista será beneficioso por lo tanto, conviene realizar el proyecto.
- Si el TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto no es rentable por lo que debe ser rechazado.
- Cuando la TIR es igual a la tasa de interés se recomienda realizar una revisión del proyecto para analizar el tipo de ganancia que se podría tener.

La tasa interna de retorno esta dada por:

$$\sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)_t} = II \quad (\text{Ec. 4.1}) \quad [10]$$

Dónde:

- FE_t : flujo de efectivo de caja.
- K : tasa de costo de capital o de oportunidad de la empresa.
- II : inversión inicial del proyecto

4.11 Valor actual neto (VAN).

El Valor actual neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar según la tasa actual todos los flujos de caja futuros del proyecto y a este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor actual neto es uno de los criterios económicos más aplicados, utilizados en la evaluación del efectivo futuro que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando la equivalencia es mayor que el desembolso, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado.

4.11.1 Reglas para realizar una inversión utilizando la VAN.

- Si el Van es mayor que cero, el proyecto es aceptable, esto significa que la empresa gana un rendimiento mayor que el costo del capital, en consecuencia se incrementa el valor de la empresa y por ende sus utilidades.
- Si el VAN es menor que cero, se debe rechazar el proyecto, ya que no es rentable.

La expresión que permite determinar el valor actual neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)_t} - II \quad (\text{Ec. 4.2}) [10]$$

Donde:

- *FEt*: flujo de efectivo de caja.
- *K*: tasa de costo de capital o de oportunidad de la empresa.
- *II*: inversión inicial del proyecto, es decir los egresos

4.12 Resultados del tir y el van.

El análisis realizado mediante el cálculo del el TIR y VAN del proyecto en mención permitirán obtener el retorno del capital hacia la empresa después de 1 año los resultados obtenidos en porcentajes son:

El valor del TIR es del 32%

El valor del VAN es de \$ 5479.2

Por lo tanto el proyecto es rentable a las condiciones actuales teniendo un reingreso de capital anual mayor al porcentaje de la inversión.

CALCULO DE VAN Y TIR "MODIFICACION DEL DISEÑO"											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FLUJO DE INGRESOS		141327,39	141327,39	141327,39	141327,39	141327,39	141327,39	141327,39	141327,39	141327,39	141327,39
FLUJO DE EGRESOS		\$19.501,4	\$20.086,4	\$20.086,4	\$20.689,0	\$20.689,0	\$21.309,7	\$21.949,0	\$22.607,4	\$22.607,4	\$23.285,7
FLUJO NETO	(\$3.784,0)	\$121.826,0	\$121.241,0	\$121.241,0	\$120.638,4	\$120.638,4	\$120.017,7	\$119.378,4	\$118.720,0	\$118.720,0	\$118.041,7
INVERSION INICIAL	3784										
TASA DE DESCUENTO	0,1021	0,1021	0,1021	0,1021	0,1121	0,1021	0,1021	0,1021	0,1221	0,1021	0,1021
TASA DE RETORNO	14%										
VAN	0	110539,9	99817,7	90570,4	78869,7	74196,0	73814,3	73421,1	66736,9	73016,1	72599,0
TIR	32%										
VAN	5.479,3										

Tabla 4.5 Análisis tir y van

Conclusiones:

- El proceso folding reduce el tiempo de maquinado y de montaje inicial significativamente pero se restringe a tener figuras rectas y ángulos a 90 grados
- Una de las principales ventajas es tener la continuidad del jaspe en las partes procesadas por medio del folding.
- Se debe tener especial atención a la cantidad de pegamento aplicada en las uniones del folding (o dobleces) ya que al no tener tarugos o espigas que unan estas partes el pegamento es el único material que va a unir las y se ha encontrado evidencia de que los armadores no aplican la cantidad necesaria de cola por evitar la limpieza en caso de que gotee el pegamento.

Recomendaciones:

- Considerando los resultados del análisis de costo se recomienda cambiar al proceso folding todos los muebles que se presten para este proceso.
- Debido a la reducción de tiempo en maquinado y montaje inicial se recomienda reforzar la parte de preparación de tableros y el lacado para que no se conviertan en cuellos de botella.
- Se recomienda la adquisición de otra máquina cnc para el trabajo en foling o comprar los dispositivos para poder hacer este trabajo en las máquinas cnc ya existentes.

Bibliografía

- [1] COLINEAL, " Colección 2012 Colineal comedores," Enero,28 2012.
- [2] COLINEAL, " Colección 2012 Colineal salas," Enero,28 2012.
- [3] COLINEAL, "Colección 2012 Colineal complementos," Enero,28 2012.
- [4] COLINEAL, "Colección 2012 Colineal Dormitorios," Enero,28 2012.
- [5] COLINEAL, " Colección 2012 Colineal Oficinas," Enero,28 2012.
- [6] COLINEAL, " Colección 2012 Colineal Cocinas," Enero,28 2012.
- [7] COLINEAL, " Mapa de proceso Carpintería y Tapicería CTIN," Marzo, 2012.
- [8] DISTABLASA, "Catálogo de productos DISTABLASA," Marzo, 2014.
- [9] C. ECKELMAN, "Introducción al diseño e ingeniería del mueble", Universidad de Indiana Estados Unidos, Revisión 2002.
- [10] Ministerio del ambiente España, "Observatorio industrial de la madera," Revisión 2002
- [11] MASISA, "Catálogo y especificaciones de producto", www.masisa.com/ecu/productos/tableros/mdf/ , 2014
- [12] COTEC, "Documentos COTEC sobre oportunidadestecnológicas. N° 25: Diseño e innovación. La gestión del diseño en la empresa", Madrid, 2008
- [13] COLINEAL, "Matriz de Boston, Dpto. Mercadeo", 2013
- [14] R. C. HIBBELER , "Ingeniería mecánica estática decimosegunda edición" Pág. 128
- [15] Miniaturas JM, "Origami y Papiroflexia", http://miniaturasm.com/origami-y-papiroflexia/pagina_16/, 2014
- [16] NASSIR Sagap, "Proyectos de inversión" 2 edición, pp 120-211, Chile 2011
- [17] Código Postal, "Mapa Cuenca", www.codigospostal.org/mapas/ecuador

ANEXO 1

LISTA DE MATERIALES PREPARACIÓN

MUEBLE:		CODIGO:	
COLOR:		CANT:	1
O.PROD #			

RDT-7.5.1-02

2200

	CCPZAS	DESCRIPCION	LAR	ANC	ESP	MATE	DM3	BASICO	OBSERVACIONES
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
	0						TOTAL:	0.00	

RESUMEN MATERIALES		
MAT	NETO	DCM3
POPLAR50	0.00	0.00
POPLAR38	0.00	0.00
LENGA25	0.00	0.00
TOTAL	0.00	0.00

J.IGLESIAS
EALIZADO POF

14/10/14
DPTO. TECNICO
GP/01-10

ANEXO 4

Encuesta para estudio de mercado

Proyecto de Tesis "ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE MUEBLES EN LA EMPRESA COLINEAL "

Producto Velador Basilea

Preguntas

1. Está de acuerdo que los muebles utilizan materiales distintos a la madera.

SI

NO

2. Aceptaría usted el cambio de un diseño para evitar el uso de madera

SI

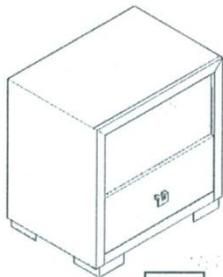
NO

3. Compraría usted un mueble que solo utilice un 10% de madera en la totalidad de su estructura.

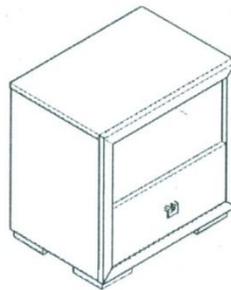
SI

NO

4. Que mueble le parece mejor según las figuras propuestas marque con una X debajo de la misma.



VELADOR MDF



VELADOR CON MADERA

5. Cree usted que la madera ofrece mayor resistencia que el aglomerado mdf o mdp si su respuesta es positiva por qué?

ANEXO 5

COSTO DE FUNCINAMINETO				
DESIGNACION	UNIDADES	VALOR UNITARIO \$	CANTIDAD	TOTAL \$
ENERGIA ELECTRICA	KILO WATTS POR HORA	0,15	277,5	41,625
MANO DE OBRA DIRECTA	HORAS	419,55	1	419,55
MANO DE OBRA INDIRECTA	HORAS	414,147	1	414,147
SUMINISTROS MANTENIMIENTO	DOLARES	260	1	260
SISTEMAS DE CONTROL	DOLARES	5,415	1	0,45125
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	DOLARES	260	1	260
			TOTAL	1135,77

DESIGNACION	UNIDADES	CANTIDAD POR DIA	CANTIDAD POR MES
MOTOR BOMBA	KILOWATTS	5	75
MOTOR VENTILADOR	KILOWATTS	8	120
MOTOR DE ENCENDIDO	KILOWATTS	1	15
COMPUTADORA	KILOWATTS	2	30
SISTEMAS DE SEGURIDAD	KILOWATTS	2	30
SISTEMAS DE CONTROL	KILOWATTS	0,5	7,5
		TOTAL	277,5

Los valores fueron facilitados por el departamento de mantenimiento en función al consumo eléctrico de la máquina CNC.

El valor de las horas tanto de la mano de obra directa como de indirecta fueron tomadas de la base de datos del departamento de costos.

El costo de los suministros para el mantenimiento se basó en el historial de la máquina CNC.

ANEXO 6

IMPREVISTOS	VALOR \$
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	1900
IMPREVISTOS DE CONSTRUCCION	1200
TOTAL IMPREVISTOS	3100

Estos valores son obtenidos de:

NASSIR Sagap, "Proyectos de inversión" 2 edición, pp 120-211, Chile 2011

ANEXO 7

REPARACIONES Y MANTENIMIENTO				
IMPLEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	NUME DE PARADAS	PRECIO ANUAL
GRASA 18KG EU-EMBA7647	1/2GALON GRASA	50	2	100
ACEITE	1/4 galon	5	2	10
LIMPIEZA EXTERNA	1	5	4	20
LIMPIEZA INTERNA	2	200	2	400
	TOTAL	260	10	530

El valor de las reparaciones y mantenimiento se tomó del historial de la maquina examinada.

ANEXO 8

MANO DE OBRA DIRECTA									
CARGO	CANTIDAD TRABAJADORES	DECIMO TERCER SUELO	DECIMO CUARTO SUELO	COSTO UNITARIO	FONDOS DE RESERVA	VACACIONES	APORTE PATRONAL	SUELDO MENSUAL	SUELDO ANUAL
OPERADOR	1	24,33	24,33	292	26,33	13,17	38,39	419,55	5034,6

MANO DE OBRA INDIRECTA									
CARGO	CANTIDAD DE OPERADORES	DECIMO TERCER SUELO	DECIMO CUARTO SUELO	COSTO UNITARIO	FONDOS DE RESERVA	VACACIONES	APORTE PATRONAL	SUELDO MENSUAL	SUELDO ANUAL
MANTENIMEINTO	1	24,33	33,33	400	33,33	16,67	48,6	167,178	2006,136
SUPERVISION	1	24,33	50	600	50	25	72,9	246,969	2963,628
PROGRAMACION	1	24,33	50	500	50	25	72,9	216,969	2603,628

El valor de la mano de obra tanto directa como indirecta fue facilitado por el departamento de contabilidad de la empresa Carpintería y Tapicería Internacional.

ANEXO 9



COSTOS POR MUEBLE

ISO 9001:2008
RD-7.3-06
Rev. 2

CODIGO: COL1030B4450
MUEBLE: VELADOR BASILEA 1G C/ SANCHEZ BROWN (CONVENCIONAL)
FECHA REALIZADO: 25-ene-14
FECHA ENTREGA: 25-ago-14

0101-1 PREP.MDA TRADICIONAL						
Código	Descripción	Cantidad	UM	Costo	Total	
2500616	MAD. ASERR. POPLAR 1 1/2" A (6/4)	2.28	DCM3	0.71	1.61	
2500618	MAD. ASERR. POPLAR 2" A (8/4)	2.69	DCM3	0.70	1.89	
2500622	MAD. ASERR. LENGUA 2" (TIPO B)		DCM3	0.60	0.00	
2500621	MAD. ASERR. LENGUA 1 1/2" (TIPO B)		DCM3	0.59	0.00	
2500624	MAD. ASERR. POPLAR 1" A (4/4)	4.42	DCM3	0.67	2.96	
2500633	MAD. ASERR. LENGUA 1" (B)		DCM3	0.59	0.00	
TOTAL MATERIA PRIMA		9.39			6.46	
Mano de Obra Directa		0.23	HR	2.80	0.66	
Mano de Obra Indirecta					0.18	
TOTAL MANO DE OBRA					0.84	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		7.30	1.46	8.76		
0103-1 PREP. TABLEROS						
2001772	MADEPLAC 16 MM MARFIL/CORRIENTE		METRO2	9.56	0.00	
2001769	MADEPLAC 07 MM MARFIL/CORRIENTE	0.347	METRO2	8.07	2.80	
2001765	AQLOMERADO DE 15 MM	1.148	METRO2	4.61	5.29	
2001771	MADEPLAC 13 MM MARFIL/CORRIENTE	0.22	METRO2	9.09	2.00	
2001772	MADEPLAC 16 MM MARFIL/CORRIENTE	0.226	METRO2	9.56	2.16	
2001790	MDF DE 5.5 MM	0.156	METRO2	3.30	0.51	
2500216	CHAPA CEREZO DELGADA	0.26	METRO2	1.22	0.32	
2500610	CHAPA CEREZO SUPERIORES (PANEL)		METRO2	1.38	0.00	
2000679	CHAPA CORRIENTE (ANTES ROBLE)	1.55	METRO2	1.21	1.88	
2500217	CHAPA DE CEREZO ANCHA	1.55	METRO2	2.55	3.95	
2000685	CANTO MELAMINICO FRESNO 0.45X22	4.07	METRO	0.15	0.61	
2002323	TELA BEIGE BIOTO (NEYMATEX) - 700 -	0.13	METRO	1.57	0.20	
TOTAL MATERIA PRIMA					19.72	
Mano de Obra Directa		0.85	HR	2.80	2.38	
Mano de Obra Indirecta					0.67	
TOTAL MANO DE OBRA					3.05	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		22.77	4.55	27.32		
0201-1 MAQ. TRADICIONAL						
Mano de Obra Directa		2.35	HR	2.80	6.58	
Mano de Obra Indirecta					1.84	
TOTAL MANO DE OBRA					8.42	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		8.42	1.68	10.11		
0301-1 LUJ. TRADICIONAL						
Mano de Obra Directa		0.75	HR	2.80	2.10	
Mano de Obra Indirecta					0.59	
TOTAL MANO DE OBRA					2.69	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		2.69	0.54	3.23		
0401-1 M. INI. TRADICIONAL						
2001975	RIEL TELESCOPICA 300 mm. (EDIM)- 1.800 -	1.00	PAR	2.70	2.70	
3000088	TORNI. NEGRO 2" X 8 C/AV (TAPITEX) - 20.000 -	16.00	UNIDAD	0.02	0.26	
3000082	TORNI. NEGRO 5/8" X 6 C/AV (TAPITEX) - 20.000 -	4.00	UNIDAD	0.00	0.02	
TOTAL MATERIA PRIMA					2.97	
Mano de Obra Directa		0.75	HR	2.80	2.10	
Mano de Obra Indirecta					0.59	
TOTAL MANO DE OBRA					2.69	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		5.66	1.13	6.79		
0501-1 LAC. RIEL TRADICIONAL						
2500182	LACA PREPARADA "LVA"	0.483	LITRO	4.17	2.01	
2500192	SELLO PREPARADO PARA CEFLA	0.28	LITRO	4.56	1.29	
2001726	TINTE SANCHEZ BROWN (LABORATORIO)	0.875	LITRO	2.37	1.60	
TOTAL MATERIA PRIMA					4.90	
Mano de Obra Directa		1.55	HR	2.80	4.34	
Mano de Obra Indirecta					1.22	
TOTAL MANO DE OBRA					5.56	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		10.46	2.09	12.55		
1011-1 M. FIN. TRADICIONAL						
2500030	JGO. MAXI-LUNA (SIS) - 600 -		UNIDAD	2.76	0.00	
2000265	POLYEXPANDED 1 Mt. X 1.5 mm. (CONSUPLAST) - 34.000	4.00	METRO	0.11	0.45	
2001571	LAMINA CARTON 2500X1860 T/200 - 2.700 -	0.50	UNIDAD	2.97	1.48	
2001743	JALADERA 32 mm. NIQUELADA (M.P) - 400 -	1.00	UNIDAD	1.59	1.59	
2500049	REGATON PLAS.MR.18mm.C/CLAVO. SISO 10.25.031.1 - 2	4.00	UNIDAD	0.02	0.10	
3000050	TORNI. NIQUE. 1/2" X 6 C/A (TAPITEX) - 13.000 -	8.00	UNIDAD	0.00	0.03	
3000053	TORNI. NIQUE. 3/4" X 6 C/C (TAPITEX) - 1.000 -	4.00	UNIDAD	0.01	0.03	
3000059	TORNI. NIQUE. 1" X 8 C/C (TAPITEX) - 10.000 -	4.00	UNIDAD	0.01	0.06	
TOTAL MATERIA PRIMA					3.74	
Mano de Obra Directa		0.70	HR	2.80	1.96	
Mano de Obra Indirecta					0.55	
TOTAL MANO DE OBRA					2.51	
		Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.		
		6.25	1.25	7.50		
MATER PRIMA	MANO DE OBRA	COSTO PRIMO	GASTOS FAB.	COSTO PROD.	PRECIO FAB	
37.79	25.75	63.54	12.71	76.25	109.00	
49.56%	33.77%	83.33%	16.67%	69.96%	100.00%	
				Margen Bruto=	30.04%	



ISO 9001:2008
RD-7.3-06
Rev. 2

COSTOS POR MUEBLE

CODIGO COL103S1BA450
MUEBLE: VELADOR BASILEA 1G C/ SANCHEZ BROWN FOLDING
FECHA REALIZADO: 23-ago-14
FECHA ENTREGA: 25-ago-14

0101-1 PREP.MDA TRADICIONAL						
Código	Descripción	Cantidad	UM	Costo	Total	
2500616	MAD. ASERR. POPLAR 1 1/2" A (8/4)	1.68	DCMB	0.71	1.18	
2500618	MAD. ASERR. POPLAR 2" A (8/4)	1.89	DCMB	0.70	1.33	
2500622	MAD. ASERR. LENGUA 2" (TIPO B)		DCMB	0.60	0.00	
TOTAL MATERIA PRIMA		3.57			2.51	
Mano de Obra Directa		0.09	HR	2.80	0.25	
Mano de Obra Indirecta					0.07	
TOTAL MANO DE OBRA					0.32	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				2.83	0.57	3.40
0103-1 PREP. TABLEROS						
2001763	AGLOMERADO DE 12 MM	0.44	METRO2	3.90	1.72	
2001780	MDF DE 12 MM 6X8	1.067	METRO2	5.90	6.29	
2002080	MDPKOR ROBLE 12MM D/D	0.22	METRO2	10.76	2.37	
2001790	MDF DE 5.5 MM	0.487	METRO2	3.30	1.61	
2500216	CHAPA CERESO DELGADA	1.03	METRO2	1.22	1.26	
2000679	CHAPA CORRIENTE (ANTES ROBLE)	1.94	METRO2	1.21	2.35	
2500217	CHAPA DE CERESO ANCHA	1.13	METRO2	2.55	2.88	
2000685	CANTO MELAMINICO FRESNO 0.45X22	4.07	METRO	0.15	0.61	
2002323	TELA BEIGE BIOTO (NEVMATEX) - 700 -	0.13	METRO	1.57	0.20	
3000230	CINTA MASKING BLANC 3/4	0.1	UNIDAD	0.55	0.06	
TOTAL MATERIA PRIMA					19.34	
Mano de Obra Directa		0.55	HR	2.80	1.54	
Mano de Obra Indirecta					0.43	
TOTAL MANO DE OBRA					1.97	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				21.31	4.26	25.57
0201-1 MAQ. TRADICIONAL						
Mano de Obra Directa		0.45	HR	2.80	1.26	
Mano de Obra Indirecta					0.35	
TOTAL MANO DE OBRA					1.61	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				1.61	0.32	1.94
0301-1 LIJ. TRADICIONAL						
Mano de Obra Directa		0.34	HR	2.80	0.95	
Mano de Obra Indirecta					0.27	
TOTAL MANO DE OBRA					1.22	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				1.22	0.24	1.46
0401-1 M. INI. TRADICIONAL						
2001975	RIEL TELESCOPICA 300 mm. (EDIM) - 1.800 -	1.00	PAR	2.70	2.70	
3000088	TORNI. NEGRO 2" X 8 C/AV (TAPITEX) - 20.000 -	16.00	UNIDAD	0.02	0.26	
3000082	TORNI. NEGRO 5/8" X 6 C/AV (TAPITEX) - 20.000 -	4.00	UNIDAD	0.00	0.02	
TOTAL MATERIA PRIMA					2.97	
Mano de Obra Directa		0.25	HR	2.80	0.70	
Mano de Obra Indirecta					0.20	
TOTAL MANO DE OBRA					0.90	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				3.87	0.77	4.64
0501-1 LAC. RIEL TRADICIONAL						
2500182	LACA PREPARADA "ILVA"	0.38	LITRO	4.17	1.58	
2500192	SELLO PREPARADO PARA CEFLA	0.35	LITRO	4.56	1.60	
2001726	TINTE SANCHEZ BROWN (LABORATORIO)	0.4	LITRO	2.37	0.95	
TOTAL MATERIA PRIMA					4.13	
Mano de Obra Directa		1.05	HR	2.80	2.94	
Mano de Obra Indirecta					0.82	
TOTAL MANO DE OBRA					3.76	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				7.89	1.58	9.47
1011-1 M. FIN. TRADICIONAL						
2000265	POLYEXPANDED 1 M. X 1.5 mm. (CONSUPLAST) - 34.000	4.00	METRO	0.11	0.45	
2001571	LAMINA CARTON 2500X1860 T200 - 2.700 -	0.50	UNIDAD	2.97	1.48	
2001743	JALADERA 32 mm. NIQUELADA (M.P) - 400 -	1.00	UNIDAD	1.59	1.59	
2500049	REGATON PLAS.MR.18mm. C.CLAVO. SISO 10.25.031.1 - 2	4.00	UNIDAD	0.02	0.10	
3000050	TORNI. NIQUE. 1/2" X 6 C/A (TAPITEX) - 13.000 -	8.00	UNIDAD	0.00	0.03	
3000053	TORNI. NIQUE. 3/4" X 6 C/C (TAPITEX) - 1.000 -	4.00	UNIDAD	0.01	0.03	
3000059	TORNI. NIQUE. 1" X 8 C/C (TAPITEX) - 10.000 -	4.00	UNIDAD	0.01	0.06	
TOTAL MATERIA PRIMA					3.74	
Mano de Obra Directa		0.50	HR	2.80	1.40	
Mano de Obra Indirecta					0.39	
TOTAL MANO DE OBRA					1.79	
				Costo Primo	Gastos Fab	Cost. Prod.
				5.53	1.11	6.64
MATER PRIMA	MANO DE OBRA	COSTO PRIMO	GASTOS FAB.	COSTO PROD.	PRECIO FAB	
32.69	11.57	44.27	8.85	53.12	76.00	
61,55%	21,79%	83,33%	16,67%	69,89%	100,00%	
					Margen Bruto=	
					30,11%	