

Reutilización de scrap de fibras de densidad media (MDF) generados a partir del proceso de corte por láser.

Rafael Ramirez

DIN00596 – DNI: 40681233

Seminario Final - Módulo 4

Eliana Armayor

RESUMEN

El MDF (Tableros de Fibra de Densidad Media) cuando se lo utiliza en el proceso de corte por láser genera un scrap que acarrea problemas para el medio ambiente, al estar compuesto por resina de urea formaldehído, por su nocividad al incinerarlo o dejarlo en un vertedero. También, le genera una pérdida monetaria a los productores que lo utilizan ya que requiere un gran espacio para depositarlo y tiempo en trasladarlo a un basural, entre otros inconvenientes.

En el presente trabajo final de graduación, se propone reutilizar este desecho proveniente de estos productores de la ciudad de Córdoba. De este modo, se abriría un camino a la posible venta del scrap, para así reducir el costo del productor y la contaminación que actualmente genera.

Dicho trabajo está dividido en 5 capítulos. Estos muestran el camino que se transitó hasta llegar a la propuesta final del material. En el primer capítulo, se expresa principalmente el problema y los objetivos que se desean alcanzar. En el segundo, se explican conceptos claves para la comprensión del trabajo. Luego, se muestra la información recolectada con el objetivo de entender mejor lo que se necesita, teniendo en cuenta la mirada del Diseño Industrial para la investigación y composición de un nuevo material.

En los capítulos siguientes se encuentra todo el desarrollo. Primero se enseñan las propuestas y alternativas. Luego se exponen las muestras necesarias y finalmente se analiza cuáles son las más convenientes. Una vez hecha la elección final, se abordó el tema de los costos de producción y fichas técnicas, donde se gestionan las pruebas necesarias para obtener algunas de sus propiedades. Finalmente, se termina el proyecto con las conclusiones de los respectivos resultados sobre la producción de este material.

Palabras Claves:

MDF – Desechos – Corte Laser – Medio ambiente – Scrap – Materiales – Reciclaje – Resina

ABSTRACT

When the MDF (Medium Density Fiberboard) is used in the laser cutting process, it generates a scrap that causes problems for the environment, because it is made of urea formaldehyde resin, due to its harmfulness when incinerated or left in a landfill. Also, it generates a monetary loss to the producers who use it, since it requires a large space to deposit it and time to move it to a landfill. Just to name a few of the drawbacks of this waste.

This final graduation project proposes the reuse of this waste from the producers in the city of Córdoba. In this way, it would be left opened the possibility of selling scrap, reducing the spending of the producer, and mainly, the pollution it currently generates.

This work is divided into 5 different chapters that show the steps that were taken until the final proposal for the material. Firstly, the problem and the objectives to be achieved are developed. Secondly, the key concepts for the understanding of the work are explained. Thirdly, information collected is shown in order to better understand what is needed taking into account the view of the industrial design perspective for the research and composition of a new material.

In the following chapters, the development of the project is found. Firstly, the proposals and alternatives are shown. Then, the necessary samples are exposed and finally there is an analysis of which ones are the most convenient. When the final choice was made, the issue of production costs and technical sheets was addressed, in which the necessary tests are managed to obtain some of its properties. In this way, the project was finished with the conclusions of their respective results about the production of this material.

Keywords:

MDF - Waste - Laser Cut - Environment - Scrap - Materials - Recycling - Resin

ÍNDICE

Resumen.....	2
Abstract.....	3
CAPÍTULO 1: Elección del tema.....	9
1.1 Planteamiento del problema.....	9
1.1.1 Problema principal.....	9
1.1.2 Descomposición del problema.....	9
1.1.1.1 Material.....	10
1.1.1.2 Material – Usuario.....	10
1.1.1.3 Material – Entorno.....	10
1.1.1.4 Material – Procesos.....	10
1.1.1.5 Material – Medio ambiente.....	11
1.2 Alcance.....	11
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
1.4 Justificación.....	12
CAPÍTULO 2: Investigación.....	14
2.1 Marco teórico.....	14
2.2 Diseño de los Instrumentos.....	20
2.2.1 Observación Multiform.....	21
2.2.2 Entrevista a Personal del Basural.....	21
2.2.3 Cuestionario a Arauco.....	22

2.2.4 Encuesta a Usuarios.....	23
2.3 Recolección y Análisis de los Datos.....	26
2.3.1 Observación Multiform.....	26
2.3.2 Entrevista a Personal del Basural.....	30
2.3.3 Cuestionario a Arauco.....	31
2.3.4 Encuesta a Usuarios.....	33
2.3.5 Conclusión General de los Análisis	35
2.4 Antecedentes.....	36
2.4.1 Pirólisis.....	36
2.4.2 MDF Recovery.....	39
2.4.3 Hidrólisis.....	41
2.4.4 Comparación	42
CAPITULO 3: Propuesta de Investigación.....	42
3.1 Programa de Diseño.....	42
3.2 Cronograma Semanal.....	44
3.3 Concepto de Diseño.....	45
CAPÍTULO 4: Desarrollo del Proyecto.....	48
4.1 Propuestas de Diseño.....	48
4.1.1 Propuesta n°1.....	48
4.1.2 Propuesta n°2.....	50
4.1.3 Propuesta n°3.....	52
4.1.4 Propuesta n°4.....	54

4.1.5 Propuesta n°5.....	56
4.1.6 Propuesta n°6.....	58
4.1.7 Propuesta n°7.....	61
4.1.8 Propuesta n°8.....	63
4.2 Comparativa	65
4.3 Alternativas	67
4.3.1 Alternativas a la Propuesta "A"	68
4.3.1.1 (-30%) 21g MDF	69
4.3.1.2 (+30%) 39g MDF	70
4.3.1.3 (+60%) 48g MDF	70
4.3.1.4 (+90%) 57g MDF	71
4.3.2 Alternativas a la Propuesta "B"	71
4.3.2.1 (-30%) 11g MDF	72
4.3.2.2 (-60%) 18g MDF	72
4.3.2.3 (+30%) 33g MDF	73
4.3.2.4 (+60%) 41g MDF.....	73
4.3.3 Conclusión de Alternativas.....	74
4.4 Pruebas	74
4.4.1 Capilaridad y Absorción de Agua	74
4.4.2 Corte y Grabado en Laser	76

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

4.4.3 Presión	78
4.4.4 Incineración	80
4.4.5 Conclusión de las Pruebas.....	82
4.5 Costos.....	82
CAPITULO 5: Resultados y Conclusiones	83
5.1 Fichas técnicas	83
5.2 Conclusiones	85
REFERENCIAS.....	86

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

CAPITULO 1: Elección del tema:

Área temática:

Innovación en diseño y nuevos materiales aplicados a la vida cotidiana.

Tema:

Reutilización de scrap de fibras de densidad media (MDF) generados a partir del proceso de corte por láser.

1.1 Problema

1.1.1 Problema principal

¿Qué solución se le puede brindar, desde la mirada del diseño, a los productores de la ciudad de Córdoba que generan scrap de MDF en grandes cantidades luego de su utilización mediante corte por láser?

1.1.2 Descomposición del problema

En la industria, es común encontrar este material intervenido mediante procesos productivos tales como, fresadoras, seccionadoras horizontales, diferentes tipos de sierras eléctricas, etc. Pero sin lugar a dudas, el proceso de corte del MDF que más popularidad ganó en este último tiempo es el corte laser. Éste brinda la posibilidad de cortar cualquier clase de figura en un periodo de tiempo mucho menor al que se tardaría con otra máquina.

Este beneficio se torna en una contra a la hora de ver el desecho producido, ya que, al variar las formas también aumenta la cantidad de espacio entre ellas, por lo que no se pueden encastrar para optimizar el corte y se transforma en scrap. Esto le genera un costo muy alto para la empresa que los utiliza, al necesitar un espacio para depositarlo y tiempo para el traslado del mismo a un basural. Además, en este sitio, como ya es un material reciclado, no posee más horizontes que su incineración.

Para entender más esta problemática, es necesario indagar sobre los siguientes ejes temáticos.

1.1.2.1 Material

¿Por qué surge el MDF?

¿De qué está compuesto?

¿Cuál es el proceso de fabricación del MDF?

1.1.2.2 Material - Usuario

¿Al quemarse el MDF, se vuelve tóxico para las personas?

¿Qué hacen los usuarios con este desecho además de tirarlo? ¿Le encuentran un segundo uso?

¿En qué se diferencia el scrap del residuo?

1.1.2.3 Material - Entorno

¿Qué industrias utilizan el MDF?

¿Cuánto descarte tiene una fábrica promedio que los utiliza?

¿Dónde lo depositan actualmente las personas a este desperdicio?

1.1.2.4 Material - Procesos

¿Qué procesos productivos intervienen en el MDF previos al corte por láser?

¿Qué posibilidades tiene el futuro material? ¿Para producción? ¿Fuente de energía calórica?

¿Cuánto afecta en su estructura el corte laser ya que es un proceso térmico?

¿Hay usuarios que le realizan al material un tratamiento previo al corte que afecte a la composición del scrap? Pintura, por ejemplo.

¿Cómo funciona el corte por láser?

1.1.2.5 Material - Medio ambiente

¿Cómo se tratan estos residuos en un basural?

¿En qué condiciones se encuentran en los basurales?

¿Cuánta madera se necesita para producir una placa de MDF?

¿Qué procesos actuales se utilizan para el reciclaje de la madera en general?

1.2 Alcance

Si bien tomamos a la ciudad de Córdoba como extensión límite para la investigación, incluiremos como excepción, a algunos de los municipios de sus alrededores ya que poseen una buena gestión de residuos. Dejando de lado ese punto, este trabajo podría llegar a tener repercusiones positivas para todas aquellas personas que utilicen el MDF a lo largo del mundo.

Con la expectativa de que el gasto (en espacio de depósito y tiempo de traslado del mismo) sea menor o hasta nulo, se apunta esta investigación especialmente a los usuarios que trabajan con MDF mediante corte por láser, los cuales serán en gran parte los beneficiarios de esta investigación.

Otro beneficiario directo, es la fábrica de premios "Multiform", la cual nos brinda el espacio para realizar la investigación. En este lugar se cuenta con tres máquinas de corte por láser exclusivamente utilizadas para el MDF, y al caracterizarse por realizar trabajos personalizados, no pueden estandarizar las piezas para reducir el scrap, por lo que es un problema que los afecta enormemente.

Por último, se destaca al medioambiente como un sector muy favorecido de este proyecto, ya que se abre un abanico de posibilidades para la reutilización de este descarte como un nuevo material útil. Esto es muy positivo porque se evita que sea incinerado, lo cual desprende humos tóxicos producto de resinas y ceras en su composición. Perjudicial para el ambiente y todo ser vivo que se encuentre en el lugar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un material a partir del scrap de MDF utilizado en el proceso de corte por láser, enfocado al sector productivo de la ciudad de Córdoba que genera este desecho en grandes cantidades.

1.3.2 Objetivos específicos

- Indagar acerca de la utilización de desperdicios de MDF en la actualidad.
- Conocer las características de los productores que utilizan el MDF.
- Analizar que componentes lo hacen nocivo y su posible erradicación.
- Investigar acerca de los aditivos necesarios a colocar.
- Definir las propiedades físicas del material para su posterior uso.
- Realizar las pruebas físicas correspondientes al material para tener claras sus nuevas propiedades.
- Proponer diferentes alternativas al material.
- Detectar potenciales procesos para su reutilización.
- Brindar a los usuarios de este producto una solución para la gestión de este residuo.

1.4 Justificación

Si bien ahora se trata de un problema a resolver, el MDF surgió con un rol muy importante con respecto al medioambiente, ya que se genera a partir de retazos de madera que antes eran un desecho más. El rubro ha crecido de tal manera que, en la actualidad, en Argentina, poseemos cuatro empresas que se dedican a la producción de estos tableros de pino o eucalipto. Tal como lo afirman Keil y Spavento (2009) profesor adjunto y ayudante diplomada de la Universidad Nacional de La Plata.

Los desarrollos realizados y el posterior perfeccionamiento de este proceso han significado un gran avance para la industria de transformación de la madera, dando lugar a un nuevo producto llamado MDF, que sustituye a la

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

madera maciza, constituyendo hasta el momento una de las mejores formas de reconstruir la madera. (P. 21)

Esto evidencia la gran posibilidad que tiene un material reutilizado ya que, como dice el Ministerio de Hacienda de la Nación (Informe de Cadena de Valor, 2019), En 2016 la producción nacional de tableros reconstituidos fue 1.089 mil m³. Estos números muestran el incremento en el uso que tuvo el material, pero también nos señala de que cada uno de estos tableros, generaron algún tipo de desperdicio, por lo que es necesario tomar ciertas medidas.

Por ende, con la reutilización de este material podemos destacar, a grandes rasgos, el gran beneficio que se le estaría brindando al medio ambiente, ya que, como afirma Virginie Manuel (Los caminos del reciclaje, 2011) estos desechos son clasificados como peligrosos. Los mismos, poseen colas y resinas como aglutinantes lo cual ocasiona que sean altamente contaminantes. A su vez, ratifica que, en su mayoría, estos desechos recogidos por descargas municipales, terminan en tratamientos finales como la incineración o deposición en vertederos.

Otro punto importante y no menor, es el beneficio económico que le ocasionaría al productor que utiliza esta materia, abriéndole así la posibilidad de su reutilización o hasta una potencial venta del mismo como sucede con otros materiales. Ya no solamente se lo exime del costo que le genera en tiempo y espacio, sino que puede llegar a ser una nueva fuente de ingreso factible (dependiendo de la cantidad producida).

Como en este análisis utilizaremos los desechos producidos por la fábrica de premios "Multiform", pondremos de ejemplo los números que manejan en una semana de trabajo promedio. Como ya mencionamos, ellos cuentan con tres máquinas de corte laser, las cuales no siempre están funcionando todas al mismo tiempo. Se obtuvieron en la semana de trabajo del 9 al 13 de marzo del 2020, la cantidad de 21.5kg de desechos de MDF provenientes de 14 placas.

Si bien los datos anteriores fueron dados en base a una fábrica en particular, cabe destacar que hay en la Ciudad de Córdoba, 16 locales comerciales con página web, que exclusivamente se dedican al corte laser por encargo. Todos ellos nombran al MDF entre los principales

materiales que trabajan. Además, se añaden todas las industrias que, como “Multiform”, lo utilizan como una parte de su proceso productivo para llegar a otro producto.

A raíz de todo lo argumentado, evidenciamos una necesidad clara de la reutilización de este material justificando llevar a cabo esta investigación.

CAPÍTULO 2: Investigación.

2.1 Marco teórico.

El incremento de la población mundial y la demanda creciente de productos lleva consigo el aprovechamiento de residuos forestales que solo se utilizaban como combustible en el pasado y que hoy constituyen la materia prima para la producción de paneles altamente cualificados para las aplicaciones necesarias. Así lo afirmaba Alfonso Fernández González, en su informe (Evolución del Mundo Tecnológico de los Tableros de Madera, 1993), estos residuos que antes eran incinerados, hoy pueden ser utilizados para la creación de tableros de fibra o partículas, que reemplazan a los de madera maciza.

Para ubicarnos en el contexto en el cual surgieron estos tableros, nos remitimos al 1898, en una ciudad de Inglaterra llamada Sunbury on Thames. Se fabricaban tableros de papel reciclado de muy baja densidad que servía como aislante. Pero, en la historia del MDF, el método que más influyó fue el llamado Mazonite, en 1924 en Estados Unidos, el cual fue patentado como el primer proceso para producir fibras directamente de la madera (González, 1993). De este método se comenzó a producir tableros de aglomerado, lo cual sirvió como puntapié para que mucho más tarde, en 1966, se creara el proceso en el cual hoy se producen y comercializan los tableros de fibra de densidad media, más conocidos como MDF.

Para evidenciar el beneficio que le brinda al medioambiente la producción de MDF a partir de retazos de madera, el Ingeniero Industrial Carlos Vidal y vendedor externo de Arauco en Colombia, cuando lo entrevistaron con respecto al uso de materiales recaló que una lámina de MDF de 15mm de medidas 183cm por 244cm, pesa aproximadamente 36 kilos, los cuales equivalen a 0,7 m³ de madera, lo que corresponden a un árbol de 4,5 m de alto. (Araujo Mejía Cesar, 2014)

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Como ya lo habíamos dicho, contamos un poco el surgimiento de este tablero de MDF porque aparece con el mismo objetivo que hoy redactamos este trabajo, pero en su momento, no creyeron que esta solución en el futuro se convertiría en un problema ya que la producción de tableros de aglomerado supero a los de madera maciza y a diferencia de este último, no es común su reciclaje.

El reciclado de la madera en general depende mucho del tipo de madera a utilizar. Por lo que el primer paso en el proceso habitual, se esparcen todos los residuos de distintas maderas para seleccionarlos, separarlos y clasificarlos. La madera de aglomerado que posee resina, los restos de poda, la madera tratada con pinturas y los herrajes de muebles se separan del resto. Estos desechos de madera se trituran para el ahorro de espacio y luego se separa para ver si se envía a una fábrica de aglomerado, que representaría el proceso de la siguiente figura (Figura 1). Otros destinos que puede tener pueden ser para compostaje o agricultura; para biomasa o incineración; o para deposito en vertederos. (Virginie Manuel, Los Caminos del Reciclaje, 2011)

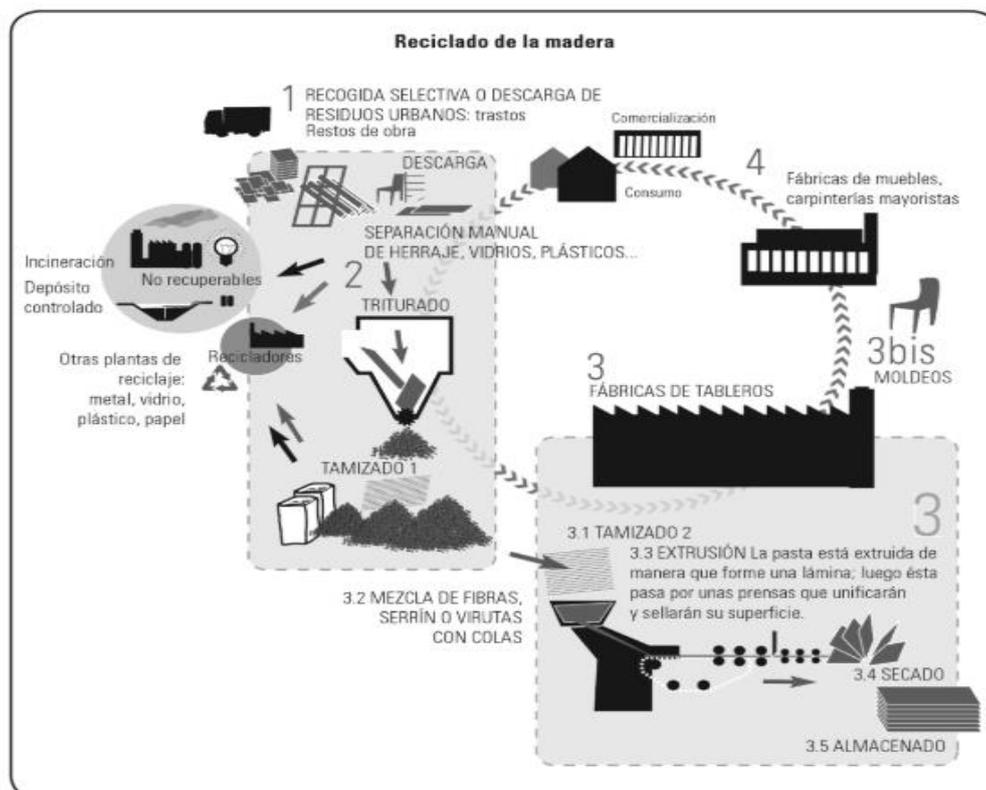


FIGURA 1. Proceso de Reciclado de la Madera. (Los caminos del..., 2018) Virginie Manuel

Tal como lo confirman Reyes, Bautista y Quintero, en su informe “Análisis de tecnologías para la transformación de material aglomerado de madera con fines de reciclaje” (2017) Los tableros de MDF están compuestos de agua y aglomerantes como la urea-formaldehído que hacen su proceso de degradación más lento. En la transformación de tablero se generan residuos que son utilizados como combustible o depositados en vertederos municipales, lo cual es perjudicial para el medio ambiente debido a las sustancias químicas nocivas utilizadas en el proceso de adhesión y conformación del tablero. A su vez citan, (pag.55) hablando del contenido de formaldehído que poseen “conocido por ser un agente antiséptico y tóxico, hace más difícil la biodegradabilidad de los tableros para los microorganismos (Costa & Teixeira, 2015).”

Como lo comentamos con anterioridad, el MDF se fabrica utilizando como materia prima dos tipos de madera, estas son pino y eucalipto. Estos tableros poseen porcentajes de ambos tipos, pero se lo cataloga según el que más cantidad tiene. Entre ellos, se diferencian sus propiedades notablemente. Morfológicamente hablando, el de eucalipto posee una composición celular mucho más heterogénea y fibras cortas que forma una estructura muy densa. En comparación con el de pino, su densidad es aproximadamente 30% mayor y el porcentaje de pared celular también es muy superior y más lignificado que en el caso del pino (Keil y Spavento, 2009).

Lo explicado no solo hace más difícil el uso del eucalipto como materia prima para su elaboración, sino que dificulta notablemente su uso en el corte por láser. Esto genera que se utilice para otro tipo de procesos, dejando así, al de mayor porcentaje de pino como el más usado para este proceso de corte térmico. Por todo lo mencionado, se dejará de lado en esta investigación al MDF de eucalipto, basándonos y aludiendo sin necesidad de volver a aclarar, en el de pino.

El corte por láser, como mencionamos, es un proceso de corte térmico. Pero a diferencia de los otros procesos del mismo tipo, este no es tan invasivo, lo que significa que no altera notablemente la superficie del material que se va a cortar. Da como resultado, un corte recto, con aristas vivas y casi no presenta variación en el ensanchamiento a la salida. Se pueden obtener sangrías menores a 0,5mm y agujeros de diámetro de 0,05mm. (Luis Virano, 2018)

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

En el proceso, se genera una luz monocromática, de una sola longitud de onda; coherente, cuando dos o más ondas de la misma longitud se encuentran en fase se suman sus amplitudes; y unidireccional, porque en el láser se logra la unidireccionalidad del haz de luz. (Luis Virano, 2018)

Para profundizar un poco más acerca del corte por láser, esta máquina está formada por un cabezal el cual está explicado en la figura 2, un CNC (control numérico computarizado), el cual es el encargado de mover este cabezal cortando la figura que se desee, una serie de espejos que direccionan el láser hasta el cabezal, y el tubo de gas encargado de generar el haz de luz.

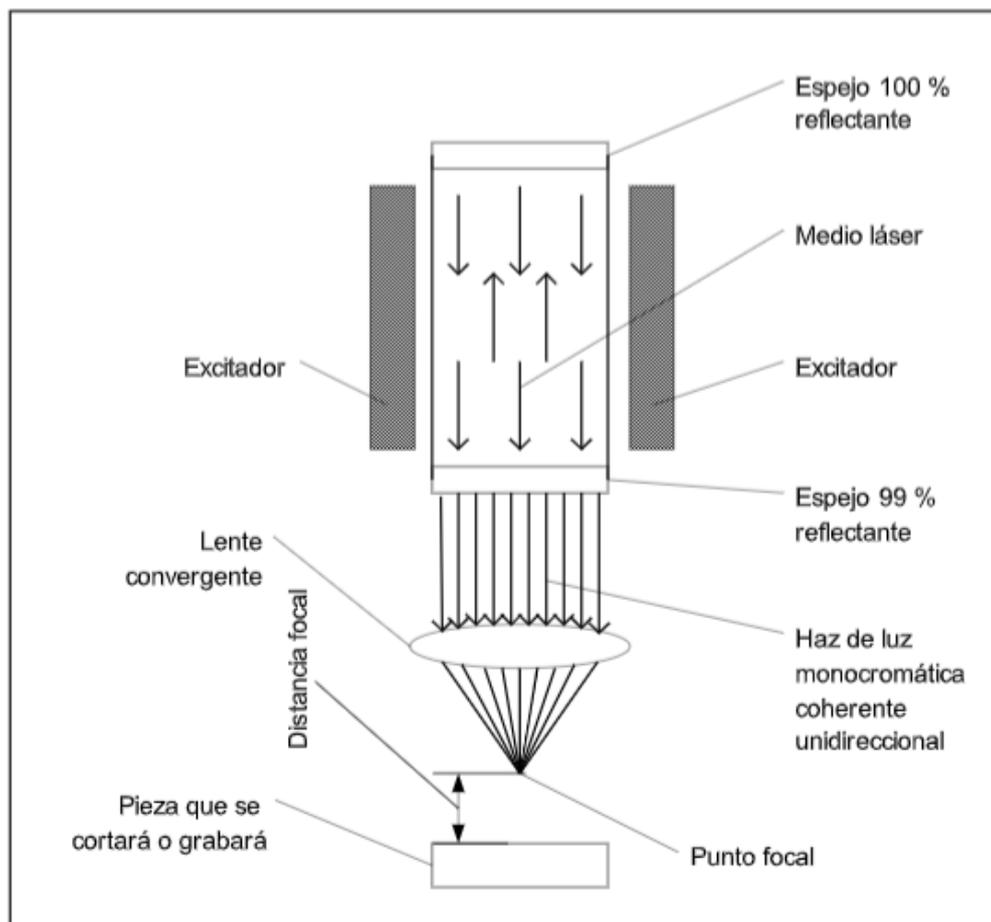


FIGURA 2. Cabezal Laser. (2018) Luis Virano

En el mercado se pueden encontrar diferentes tipos de máquinas laser dependiendo el grupo de materiales que decidas trabajar. Estos varían entre si según la forma en la que se

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

genera este haz de luz. Puede ser gaseoso, producido por anhídrido carbónico o dióxido de carbono. Este grupo son los más utilizados, por permitir grabar y cortar casi cualquier material, entre ellos el MDF, y además son más económicos (Luis Virano, 2018). Luego encontramos a los llamados laser sólidos, estos pueden ser de fibra óptica o de cristal. Principalmente se utilizan estos últimos para el corte, soldado o grabado de metales. En nuestra investigación, utilizaremos corte laser de tipo gaseoso, ya que es el que corresponde para el corte de nuestro material.

Las ventajas que poseen la utilización de este proceso en MDF, es principalmente la rapidez de corte de cualquier tipo de figuras sin importar su complejidad. Se utiliza este material porque es muy compatible con este proceso y, además, económico y resistente en comparación con otros materiales utilizados en este proceso. La contra que posee es que produce gran cantidad humo, el cual suele ser toxico por la resina de urea-formaldehido y la cera que posee en su composición. Por eso siempre que se utiliza va acompañado de un extractor de humo para que salga al exterior. El aspecto que deja en el MDF es de un color quemado producto de las fibras de madera al incinerarse (Figura 3).



FIGURA 3. Aspecto del MDF después del corte por láser. Elaboración Propia

Luego de la explicación de este proceso, nos volveremos al desecho que este produce, ya que como lo planteamos en el objetivo general, buscamos brindarles a los usuarios de este material una solución para la gestión del mismo, apuntando a obtener un proceso que logre su reciclaje.

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Según (Bertolino, Fogwill, Chidiak, Cinquangelis, Forgione, 2015), una gestión integral y sustentable de residuos se define como el conjunto de instrumentos, normas y procesos que procuran la defensa, conservación y mejoramiento de la calidad ambiental. También explican en su libro, que ésta se comprende en cuatro etapas:

Comienza con la fase de pre recolección, lo cual comprende desde su generación, hasta la presentación al personal de recolección, incluyendo así el almacenamiento en el local o industria.

Continúa la etapa de Recolección y transporte incluyendo las operaciones de carga, transporte y descarga en su punto final para su tratamiento, que puede ser estación de reciclaje o vertedero municipal, este tratamiento puede ser el aprovechamiento del residuo o su eliminación.

La siguiente fase es la de separación, tratamiento y disposición final, en donde se separa y se decide si se incinera o se trata mediante un tratamiento biológico como el compostaje. En los últimos años se ha incrementado el interés para que esta actividad genere el menor riesgo para la salud y el medio ambiente.

Por último, se encuentra la de reciclaje, en el cual se cumple el objetivo de la transformación de componentes con beneficios para la conservación o ahorro de energía, conservación de los recursos naturales, disminución del volumen de residuos y protección del medio ambiente.

En una clasificación más estricta de los residuos al cual pertenece el MDF, podemos ubicarlo dentro de los industriales, en el sector de residuos peligrosos. Afirma Virginie Manuel (Los caminos del reciclaje, 2011) que esto se debe a la presencia de la resina en su composición, lo que hace que sea altamente contaminante y tóxico al incinerarse. Fortalecemos esta clasificación, con lo que define nuestra ley 24.051 de residuos peligrosos (17 de diciembre de 1991), “residuo peligroso es todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.”

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

A esta explicación sobre la gestión de los residuos, la podemos acompañar con el concepto de Economía Verde Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se refiere a una economía que resulta en una mejora en el bienestar humano y la equidad social, mientras reduce los riesgos ambientales y la escasez ecológica. Este comprende uno de los principios que buscamos tratar con la recuperación del scrap de MDF.

La palabra scrap es una palabra en inglés muy usada en la industria por su significado. Según Oxford Learner's Dictionaries, su definición que más corresponde al tema tratado podría ser "things that are not wanted or cannot be used for their original purpose, but which have some value for the material they are made of" que se traduce al español como "cosas que no se necesitan o que no pueden ser usados para su propósito original, pero tienen algún valor por el material del que fueron hechos". También, si buscamos la traducción literaria de la palabra según Cambridge Dictionary, nos encontramos con sinónimos como: Retazo, recorte, pedacito, restos, sobras.

Para concluir con este marco teórico, nos pareció pertinente incluir el significado de la palabra "residuo", ya que no lo encontramos entre los sinónimos expuestos anteriormente, y ya que puede ser tomado también como sinónimo cuando en realidad no lo es.

Según la Real Academia Española (RAE), Residuo se expresa en una de sus definiciones como "material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación", a partir de esto lo diferenciamos de la clasificación anterior, ya que hace referencia a un descarte que no tiene o no se planea una reutilización del mismo, tal como lo describe en la definición es "inservible".

Como una conclusión de este marco teórico, se podría decir que queremos a través de este trabajo, que los restos de MDF salgan de la clasificación de residuo dentro de una empresa, ya que, en vez de ser desechado, lo que se pretende lograr es una reutilización de este scrap.

2.2 Diseño de los instrumentos

"La investigación para el diseño de productos consiste en preguntar, observar, pensar y aprender (con objetividad) de las personas que interactúan a diario con los productos,

espacios y sistemas” (Rodgers & Milton, 2011, p.57). A partir de esto, nuestros datos serán recolectados de manera virtual, aunque en la medida de lo posible se priorizará el encuentro presencial para poder fotografiar y generar conclusiones propias de lo observado por nuestros propios ojos. Esta información se recolectará a través de diferentes instrumentos, entre ellos encontramos a las encuestas, cuestionarios, observación, pruebas estandarizadas, materiales y artefactos.

2.2.1 Observación en “Multiform”

Uno de los instrumentos a llevar a cabo para recolectar datos será la observación detallada en la empresa “Multiform”, allí realizaremos algunas pruebas sobre la máquina de corte laser y el MDF, verificando los espesores que puede cortar, la cantidad de scrap que producen, como manejan este desperdicio dentro de la fábrica, entre otras cosas.



FIGURA 4. Ficha Técnica de Observación en Multiform. Elaboración propia

2.2.2 Entrevista a personal del basural

Se realizará una entrevista presencial a personal del basural de Unquillo, ya que aquí es donde se lleva el scrap de MDF proveniente de “Multiform”. Aquí consultaremos tres preguntas básicas que nos inquietan en nuestro proyecto.

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

- ¿Qué hacen con el MDF que reciben?
- ¿Cuánto MDF reciben por mes aproximadamente?
- ¿Conocen a alguien que haga reciclaje de madera?



FIGURA 5. Ficha Técnica de Entrevista al Basural. Elaboración propia

2.2.3 Cuestionario a “Arauco”

Se le hará un cuestionario a Arauco Argentina. Esta es una de las cuatro empresas que fabrican MDF en el país, y también, es la que provee de MDF a la empresa “MS Maderas” la cual es donde “Multiform” compra los tableros de este material. Esto es importante porque significa que será el mismo MDF que utilizaremos nosotros para nuestra investigación. Este cuestionario se enviará vía mail y se realizarán las siguientes preguntas.

- ¿Qué tipo de árboles utilizan para la producción de estos tableros y de dónde se obtienen?
- ¿Qué se le realiza al árbol previamente de que sea utilizado para el proceso de MDF?
- ¿Dónde fabrican los tableros de MDF?
- ¿Puede explicarnos brevemente el proceso para la fabricación de un tablero de MDF?
- ¿Qué componentes tienen los tableros de MDF?
- ¿Qué resina utilizan en la fabricación del MDF?

- ¿Utilizan algún tipo de descarte para la fabricación de estos tableros?
- Teniendo en cuenta que el tablero está formado por eucalipto y de pino ¿Cuál es el porcentaje de cada uno que poseen?



FIGURA 6. Ficha Técnica de Encuesta a Arauco. Elaboración propia

2.2.1 Encuesta a usuarios

Por último, realizaremos una encuesta a las personas que posean una máquina de corte laser y utilicen MDF. Ésta será realizada selectivamente a las personas que cumplan este requisito, y no indiscriminadamente. Además, responderán las personas de la ciudad de Córdoba y algunos municipios de sus alrededores (no más de 40 km de distancia hasta la ciudad). Serán respuestas múltiple opción para que puedan responderlas más prácticamente, excepto la última que será opcional en la cual se ofrecerá dar algún aporte al proyecto con algún comentario. Las preguntas que realizaremos son las siguientes.

- ¿Para qué utilizas el MDF una vez cortado?

- A) Es parte de un proceso para obtener un producto final (muebles, por ejemplo).
- B) Realizo trabajos de corte y grabado por encargo.
- C) Otros ¿Cuál?

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

- ¿Cuántas placas de MDF enteras (1,80 x 2,40 metros) consumís por semana?

- A) Menos de 3.
- B) Entre 3 y 6.
- C) Entre 6 y 10.
- D) Entre 10 y 15.
- E) Mas de 15.

- ¿Qué espesores utilizas?

- A) 3mm.
- B) 5,5mm.
- C) 9mm.
- D) 12mm.
- E) Otros ¿Cuál?

- ¿Qué haces con el desecho de MDF?

- A) Le encuentro un segundo uso.
- B) Lo llevo al basurero municipal más cercano.
- C) Lo saco a la calle.
- D) Lo prendo fuego.
- E) Otro ¿Cuál?

- ¿Dónde almacenas el desecho de MDF después que lo sacas de la maquina hasta hacer lo respondido en la pregunta anterior?

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

A) Al lado de la máquina.

B) En el patio.

C) En un lugar destinado al desecho.

D) No lo acumulo, directamente realizo lo marcado en la respuesta anterior.

E) Otro ¿Cuál?

¿Realizarías un proceso para reciclarlo?

A) No me interesa.

B) Preferiría derivarlo a alguien más.

C) Si es simple y fácil, lo haría.

D) Si lo haría.

- ¿Alguna acotación que quieras hacer con información útil para el proyecto?



FIGURA 7. Ficha Técnica de Encuesta a Usuarios. Elaboración propia

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

La población con la cual trabajaremos serán las personas propietarias de una máquina laser, que utilicen el MDF como una de sus materias primas y que habiten en la ciudad de Córdoba o algunos municipios de sus alrededores (no más de 40 km de la ciudad). En la muestra, se incluirán específicamente las personas que utilicen el MDF mediante corte por láser en trabajos por encargo o como parte de un proceso productivo para la obtención de un producto final, ya que estas son las que generan el scrap en gran cantidad. Quedan excluidas de la investigación, las personas que poseen una máquina de corte laser y utilizan el MDF por algún tipo de hobby o pasatiempos.

En el muestreo, Esta encuesta se ubica en “no probabilístico”, ya que se selecciona a los participantes de forma no aleatoria, se incluyen las personas que son productores, que poseen una máquina de corte por láser y además que utilicen MDF en este proceso. A su vez, entra en la subclasificación de “intencional” ya que se apunta con criterio a las personas que visiblemente generen scrap en gran volumen.

2.3 Recolección y análisis de datos

2.3.1 Observación Multiform

“Multiform”, el lugar donde se llevará a cabo esta investigación, es una PyME que se especializa en el diseño, producción y distribución de premios, trofeos, medallas, merchandising metálico y regalos empresariales elaborados artesanalmente en su planta de Unquillo, Córdoba, Argentina. En esta gama de productos, los premios denominados por ellos como “línea grafito” utiliza como materia prima es el MDF (Figura 8). Lo utilizan sin ningún tratamiento previo y en los de espesores de 3mm 5,5mm y 9mm. Aquí, el encargado del área de producción y diseño nos comentaba que aproximadamente en los meses de temporada baja se utilizan 4 o 5 placas enteras por semana y en los de alta, en momentos que tienen prendidas todas las máquinas laser, llegan a usar entre 8 y 9 placas por semana. Ellos, utilizan la placa normal de MDF cortada en “cruz” para que pueda entrar en la cortadora laser, por lo que el tamaño que posee es de 122 x 91,5 centímetros.

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL



FIGURA 8. Premios Línea Grafito. Elaboración propia

Cuando esta placa se transforma en residuo, primero lo depositan al lado de la máquina para cambiarla por otra sin perder tiempo, luego al final del día, juntan lo generado en el patio en un sector destinado a esto. Allí se quedan por un cierto periodo de tiempo que suele ser entre una semana y diez días. Llegado el momento, un operario se pone a acomodar las placas cortadas encima de una camioneta de la empresa, y la llevan personalmente al basurero municipal, el cual se encuentra a aproximadamente 4km de la fábrica.



FIGURA 9. Acumulación de MDF en Multiform. Elaboración Propia

Pruebas Multiform

Comprobamos a través de pruebas que, en un tubo con una potencia de 80 watts (el cual posee los 3 laser destinados a corte de MDF que posee la fábrica "Multiform"), el espesor

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

máximo que se puede cortar de este material sin generarle ningún tipo de exigencia a la maquina son 9mm. Puede cortar 12 mm también, dando una potencia del 95% y muy baja velocidad, pero los resultados obtenidos en el material no fueron buenos.

- Análisis de los datos obtenidos

Comprobamos que se torna realmente incomodo el espacio por todo el lugar que ocupan las placas de scrap y su difícil manipulación, por lo que se acumulan cerca de las máquinas y, por ende, en el área de trabajo de los operarios. Su espacio queda más reducido y además es muy propenso a que las placas se caigan y golpeen las máquinas, logrando así, la descalibración de los espejos que las mismas poseen.

Otra contra que encontramos es la pérdida de tiempo en trasladar los restos, desde el lado de la maquina hasta el lugar donde se van a quedar hasta que se lleven al basural. Este cambio de lugar de las placas le demora a un operario aproximadamente 10 minutos.

Depositar el scrap en el patio por 10 días, es una solución rápida al problema de tener las placas en el área de trabajo del operario, pero encontramos un problema muy importante, la higiene. Estas placas absorben mucha humedad y eso atrae a insectos que se juntan debajo de la última placa, por lo que puede ser peligroso al levantarlas para cargarlas en la camioneta.

Hablando del problema de costos que este desperdicio genera en esta fábrica podemos enumerar los siguientes. (figura 10)



FIGURA 10. Acumulación de MDF en Multiform. Elaboración Propia

2.3.2 Entrevista al personal del basural



FIGURA 11. Madera en el Basural de Unquillo. Elaboración propia

Aquí, en el basural, el encargado de la parte de los residuos orgánicos nos comentaba que primero se deposita todo en un lugar, allí se separa la madera virgen o las ramas que se trituran y se utilizan para el compost, y la madera tratada y el MDF, que lo obtienen de “Multiform” en su mayoría salvo excepciones, son llevados a una cementera muy conocida llamada Holcim. Allí es utilizada como combustible para sus hornos y elaboración de sus productos.

- Análisis de los datos obtenidos

A raíz de que el MDF no se puede utilizar para compost por su resina, pudimos verificar que el mismo sirve especialmente como combustible de esta cementera. También comprobamos que, en el estado en que se encuentra la madera en el basural, no podría servir para otro proceso. Se observa muy sucia, ya que queda a la intemperie como lo vemos en las fotos de la figura 11.

A su vez, llegamos a la conclusión de que esto es así porque no existe otro horizonte para la transformación de la misma. En otras áreas reciclables como en plásticos o latas, se observa buena predisposición y organización para el correcto trato del residuo que se lleve a cabo (figura 12)



FIGURA 12. Organización de Residuos del Basural de Unquillo. Elaboración propia

2.3.3 Cuestionario a Arauco

En este caso, tuvimos el placer de poder comunicarnos con el ingeniero Gustavo Molinero, Subgerente de marketing del sector de “Paneles y Maderas” de la Empresa Arauco, catalogada como la primera empresa forestal del mundo, y una de las cuatro que generan MDF en argentina. Nos comentó el proceso de fabricación de sus tableros de fibra de densidad media llevada a cabo en su planta de Puerto Piray, Misiones. (Figura 13)

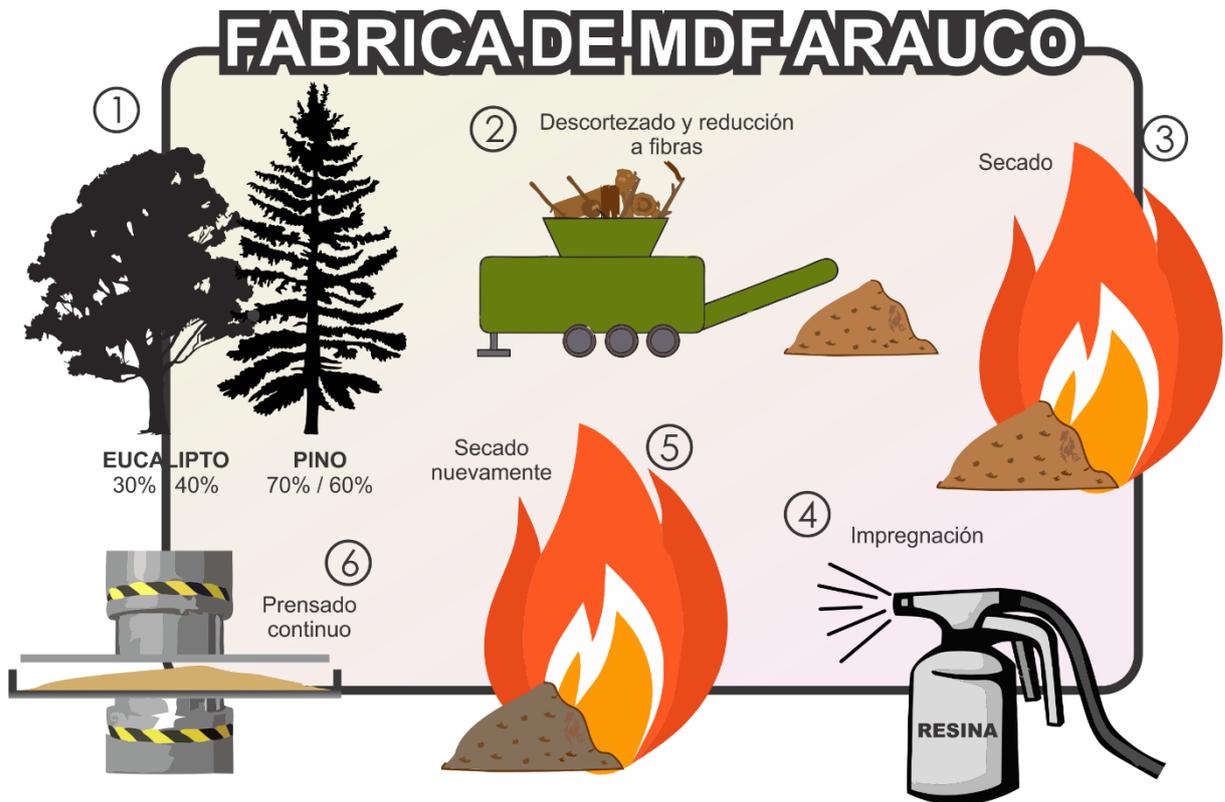


FIGURA 13. Proceso de MDF en Arauco. Elaboración propia

Respecto a los porcentajes de pino y eucalipto, nos comentaba que esa variación está contemplada en el proceso. Mientras más eucalipto contenga el tablero, más rojizo es y además tiene una fibra más corta. Ambas especies son cultivadas por ellos en la provincia de misiones.

Además, los desperdicios que utilizan provienen de su propio aserradero ubicado en el mismo complejo industrial. Se suelen utilizar recuperaciones industriales, como por ejemplo pallets viejos, en su planta de aglomerado, pero para el MDF esto no es habitual.

Nos brindó una información muy interesante acerca de la resina que utilizan. Ésta es una resina ureica producida por ellos en una planta especializada para eso en Santa Fe. La resina es soluble en agua, por eso evitan terminantemente su contacto con la humedad, ya que como el mismo decía “las fibras se separan y queda como un plumero”.

- Análisis de los datos obtenidos

El primer punto que verificamos de este cuestionario, fue que, por las exigencias de calidad de este material, no utilizan mucha recuperación más de la que ellos mismos generan, por lo cual, un porcentaje mínimo proviene de reciclaje.

También obtuvimos un dato de gran calidad, y es que esta resina producida por ellos es soluble en agua. Esto es muy positivo para esta investigación, ya que el problema más grande que posee el MDF para cualquier tipo de proceso de reutilización radica en la presencia de este aglutinante tan contaminante.

2.3.4 Encuesta a usuarios

Se le realizó una encuesta selectiva al público que necesitábamos, se envió la encuesta a una lista de colegas de la empresa “Multiform” que ésta nos brindó, pero el número más significativo lo conseguimos gracias a la paginas que cada negocio tenía en sus redes sociales y allí comprobábamos si cumplían con los requisitos. Llegamos al número de 169 encuestas realizadas por lo que estamos muy conformes con la calidad de información obtenida. En la figura 14 tenemos los gráficos con los resultados.

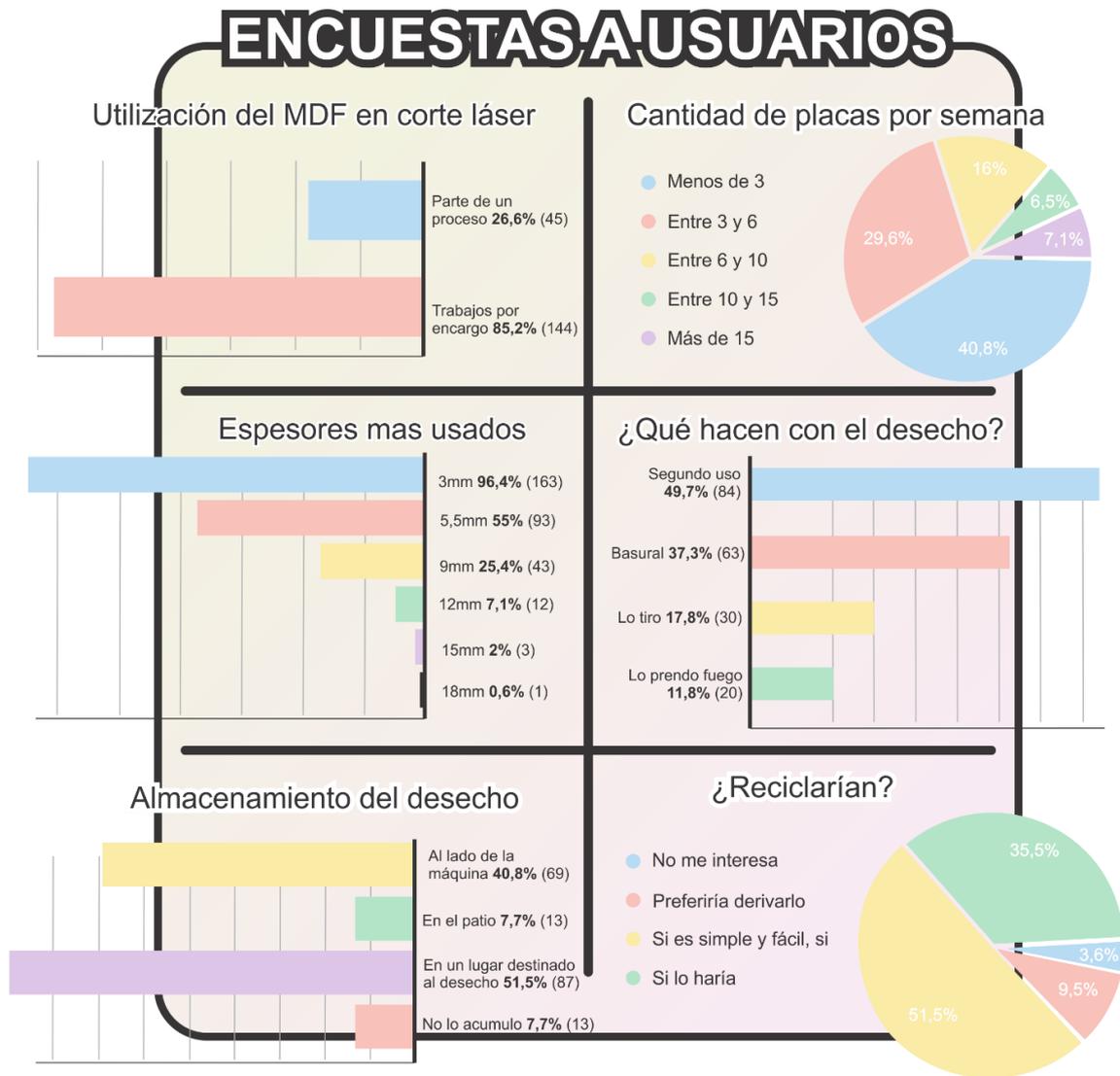


FIGURA 14. Resultado de las Encuestas a Usuarios. Elaboración propia

- Análisis de los datos obtenidos

Como primer punto, pudimos ver una gran predisposición de los entrevistados con el proyecto, incluso pedían que les enviemos los resultados de la investigación para que ellos pudieran ayudar. Esto evidencia que la gente que está en el rubro, realmente toma esto como una necesidad. Muchas personas comentaban que pagan para que se lo saquen de su área de trabajo y solo una persona de las 169 que entrevistamos, nos agregó que vendía su scrap a una cementera.

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Como segundo punto observamos, según los gráficos, que los productores intentan sacarles todo el provecho posible a los retazos de material, pero luego de esto, lo que no puede ser utilizado va a parar al basural, por lo que al final de cuentas termina contaminando.

Como último punto a recalcar de esta encuesta, pudimos ver con el ultimo gráfico que más de la mitad de los entrevistados “si fuera fácil y simple el proceso de reciclaje”, lo llevarían a cabo. Este dato en especial, es de suma importancia para la investigación, ya que se divide el camino dependiendo la persona que vaya a realizar la actividad de reciclaje. Hay que tener en cuenta que, si lo desarrollan los productores, tiene que ser un proceso de suma simpleza para que tenga un impacto significativo. En caso contrario, debería ser algo para derivar a otro sector productivo.

2.3.5 Conclusión General de los Análisis

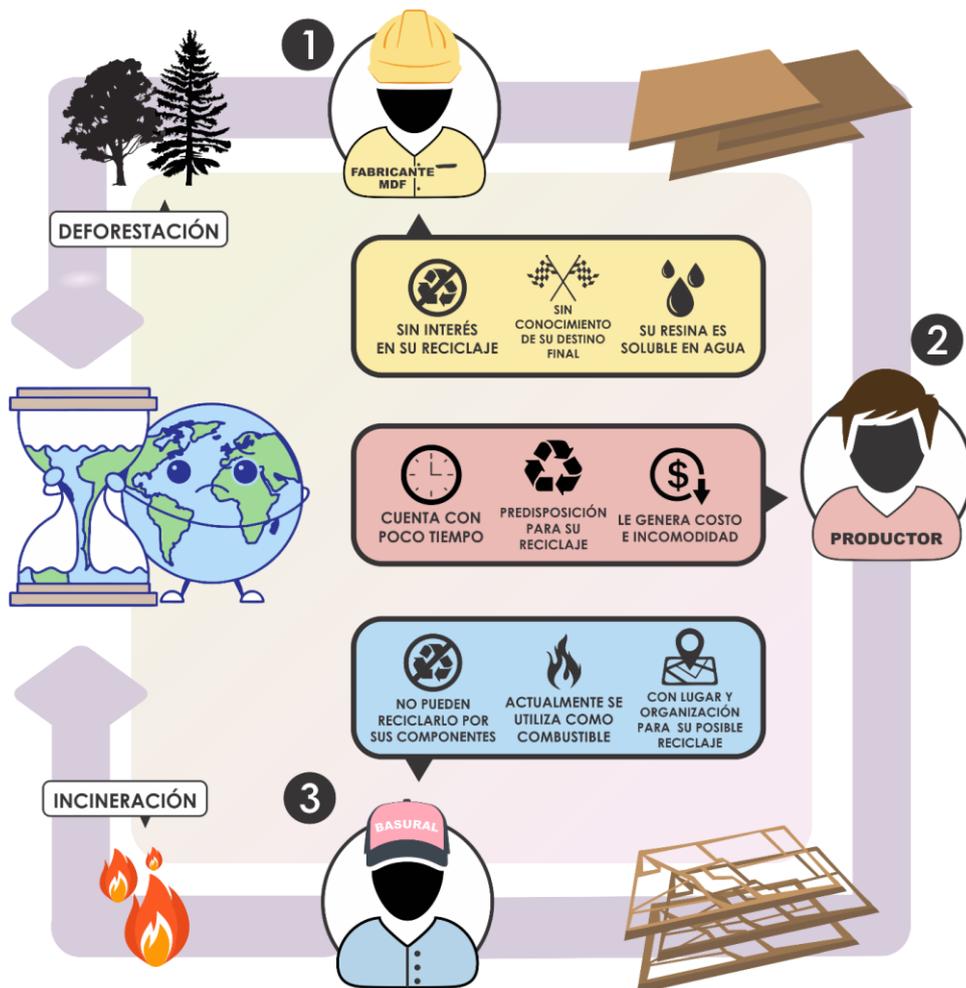


FIGURA 15. Conclusión General de los Análisis. Elaboración propia

2.4 Antecedentes

Citamos tres antecedentes de distintas partes del mundo en el que encontraron el mismo problema en diferentes ámbitos y llegaron a soluciones distintas. De todas podremos sacar información útil para nuestro informe.

2.4.1 Pirólisis

Comenzaremos por explicar la Pirólisis para contextualizar. Ésta se define como un proceso mediante el cual una materia orgánica (como lo es la madera, por ejemplo) se descompone por acción del calor en una atmosfera de ausencia de oxígeno y da como resultado una materia solida carbonosa, un líquido hidrocarbonado o una mezcla de gases de hidrogeno, oxido de carbono e hidrocarburos. Estos tres resultados son de gran interés ya que pueden ser utilizados como combustibles biorgánicos.

El resultado sólido, es utilizado para la producción de briquetas, como combustibles sólidos o como precursor para la producción de carbones activados. Esto se da a baja temperatura llegando hasta los 550 C. En una temperatura media, entre 550 C y 800 C, da como consecuencia un líquido constituido por una fracción acuosa y otra alquitranosa que puede ser utilizado para un combustible adicionándolo a gasolinas. Por último, La pirolisis de altas temperaturas, superior a los 800 C, da como resultado la parte gaseosa, utilizado para generar energía eléctrica mediante la combustión en motores. Si constituyen un gas de un poder calorífico alto se emplean tanto en motores como en turbinas de gas. (Agrowaste, 2013)

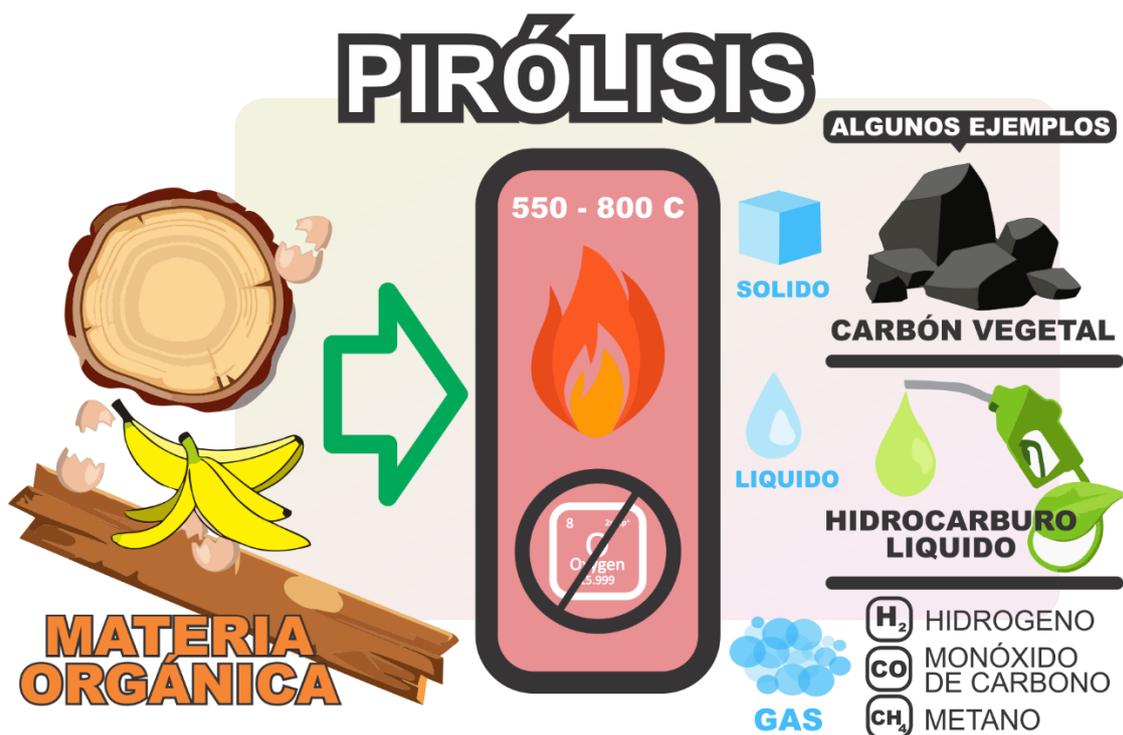


FIGURA 16. Proceso Pirólisis. Elaboración propia

A partir de este proceso fue que se basó Ana Isabel Moreno Caballero, en su tesis aspirando cargo de doctorado en Ingeniería Química, de la Universidad de Alicante, España. Este trabajo se fundamentó en la utilización de desechos de maderas de la producción de muebles, que están compuestos principalmente por aglomerado y MDF, para la producción de briquetas utilizando el proceso de Pirólisis:

Se ha estudiado la viabilidad de la co-densificación en forma de briquetas de residuos de madera y de espuma de poliuretano. Para ello, en este estudio, se ha empleado una briqueteadora manual de pistón hidráulica (Mega KCK-50), con la que se realizan briquetas cilíndricas de 53 mm de diámetro y altura variable entre 20 y 60 cm. Se ha estudiado cuatro presiones diferentes de compactación: 33, 44, 66 y 88 MPa. No obstante, el procedimiento es aplicable a briquetas de cualquier tamaño. (Caballero, 2016, p.23)

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

El resultado de la investigación fue que a partir de 66 MPa se obtienen briquetas de calidad aceptable en cuanto a durabilidad y densidad. (Caballero, 2016).

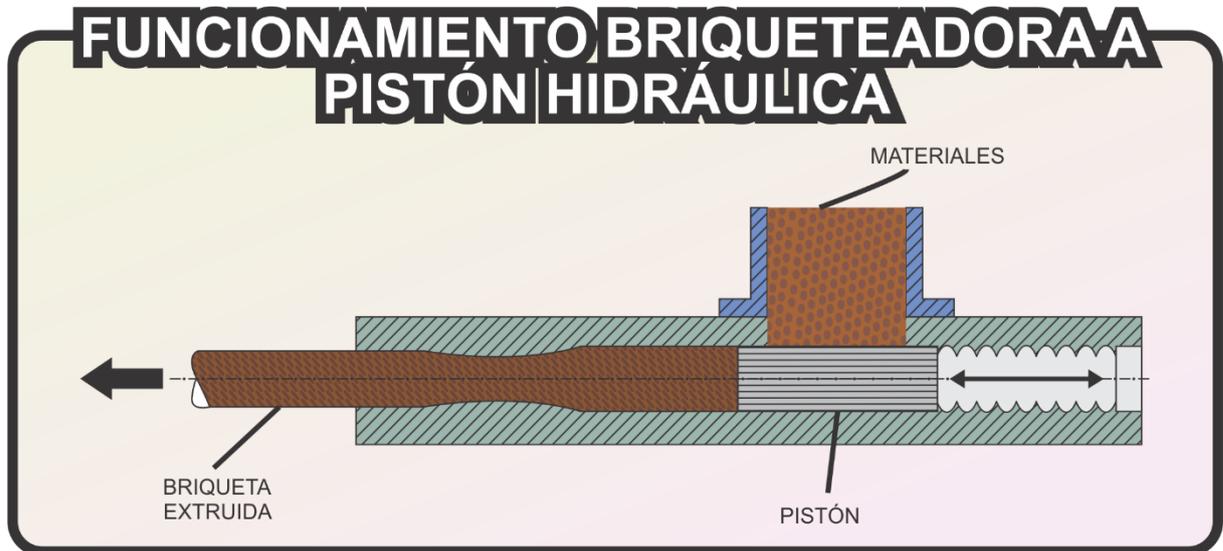


FIGURA 17. Briqueteadora a Pistón Hidráulica. Elaboración propia

En cuanto a la adición de espuma de poliuretano, esta funciona como retardante de llama y se concluyó que hasta con un 20% de espuma se obtienen briquetas de adecuada durabilidad (Caballero, 2016).

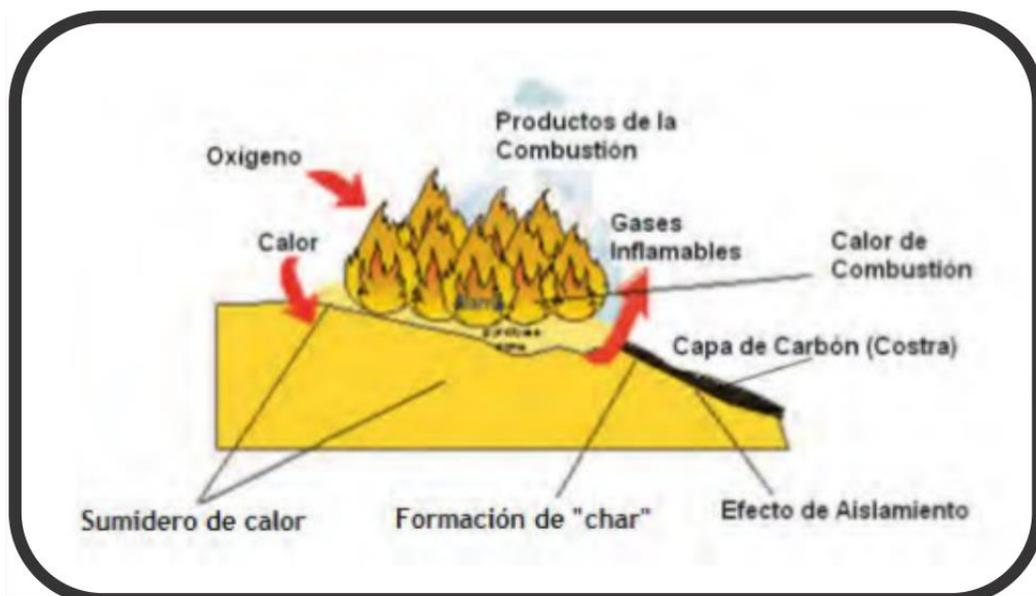


FIGURA 18. Mecanismo de los Retardantes de Llama. Caballero, 2016, p.45

- CONCLUSIÓN PERSONAL

La realización de este proyecto genera un aspecto positivo desde el punto de vista de la química, ya que se realizaron pruebas muy minuciosas hasta llegar al resultado final. Pero no se tuvo en cuenta de la misma manera la toxicidad y el impacto ambiental. Decimos esto por el agregado de espuma poliuretánica como retardante de llama. Esta, genera un humo sumamente tóxico para las personas y el medioambiente, por lo que, al estar nuestro proyecto destinado a una gran cantidad de personas, no podríamos permitir su utilización.

2.4.2 MDF Recovery

Otro antecedente importante nos remite al año 2000. BioComposites, la Asociación de Investigación de la Industria del Mueble de Reino Unido y C-Tech Innovation se unieron para investigar sobre la posible recuperación de los desechos de MDF, produciendo nuevos tableros del mismo tipo. Esta investigación se extendió por 8 años hasta que la falta de fondos paralizó el proyecto.

En 2009, MDF Recovery Ltd se consolidó para aprovechar los estudios avanzados y en 2012 patentó su descubrimiento sobre la recuperación del MDF.

Las pistas que obtuvieron sobre cómo descomponer el MDF provienen de la industria alimenticia, utilizando el calentamiento óhmico que implica pasar una corriente eléctrica a través del material logrando que se caliente de forma uniforme tanto en el líquido que se encuentran como en las partículas de material.

La revista Wood Based Panels International (WBPI) cuenta brevemente el proceso (2012) “Los chips de MDF previamente triturados en un medio líquido y luego calentándolos a alrededor de 90°C. A esta temperatura, la resina de unión se hidroliza, liberando las fibras de madera para una recuperación y reutilización efectivas.”

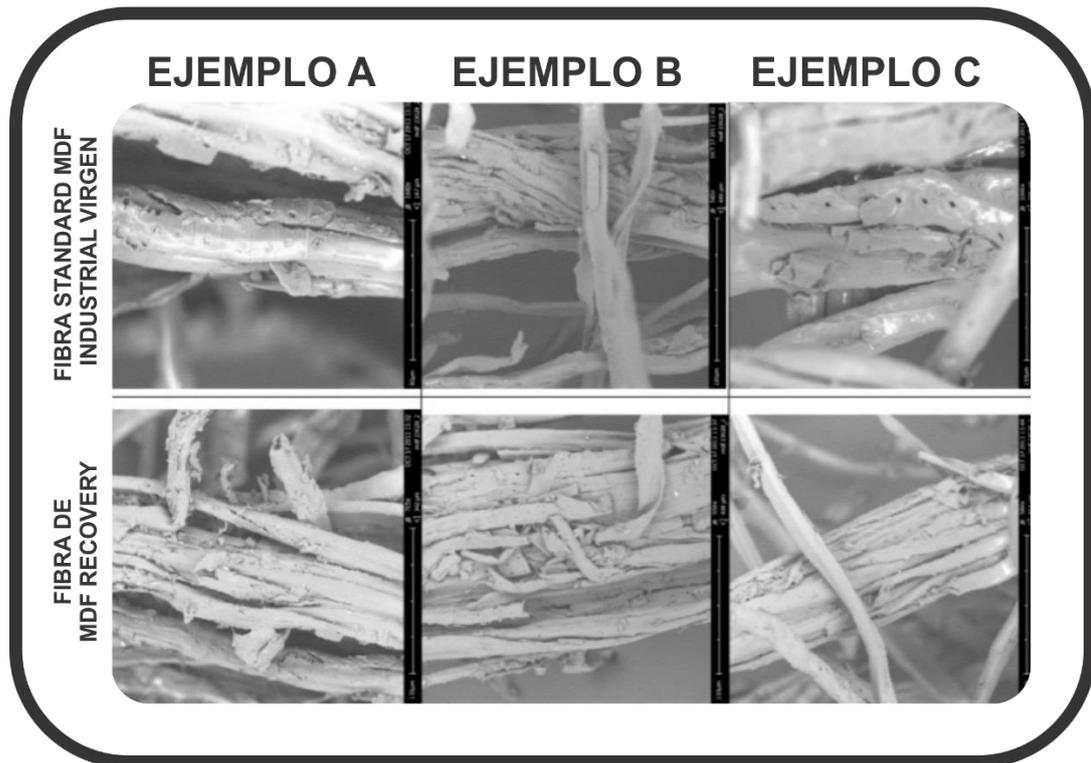


FIGURA 19. Comparación entre Fibra Virgen y Reciclada. Elías R. (2012)

La figura 19 muestra una comparación que realizan poniendo muestras en un microscopio de MDF virgen, sin pasar por ningún proceso, y el MDF realizado por ellos. Los resultados fueron que no hubo diferencias significativas entre los dos materiales.

Con este proyecto, se logró con la gran meta que compartimos en esta investigación que es consolidar la venta de scrap de MDF, permitiendo a los fabricantes de MDF de Reino Unido recuperar material de sus clientes logrando así un “circuito cerrado” (WBPI, 2012)

- CONCLUSIÓN PERSONAL

Como ellos lo afirman en su página web, “Nuestro proceso no utiliza productos químicos y es más rentable, ahorra energía y respeta el medio ambiente” (MDF Recovery). Además, su producto final posee segundos usos como el aislamiento térmico y es utilizado también en los medios de cultivo hortícolas.

El mayor problema de la utilización de este proceso es el alto costo que se requiere para armar una planta de reciclaje de esta envergadura. Se podrá encontrar en su investigación que este fue el problema más difícil a la hora de afrontar el proyecto.

2.4.3 Hidrólisis

Con el mismo objetivo, de eliminar la resina urea-formaldehído de las partículas de madera del MDF, para luego regenerarlo en forma de nuevas placas o productos, fue que en 2016 se patentó un método en Corea del Sur utilizando el proceso de hidrólisis química para su elaboración.

Mediante este método surcoreano, se logró eliminar entre el 70% y el 85% de la resina proveniente de los tableros de MDF. Se realiza primero triturando completamente el tablero a utilizar, después se lo rocía con una solución ácida que genera la hidrólisis del adhesivo donde se obtiene como resultado una parte sólida formada por las fibras de madera, y una líquida en la cual se encuentra la resina disuelta. (Google Patentes, 2016)

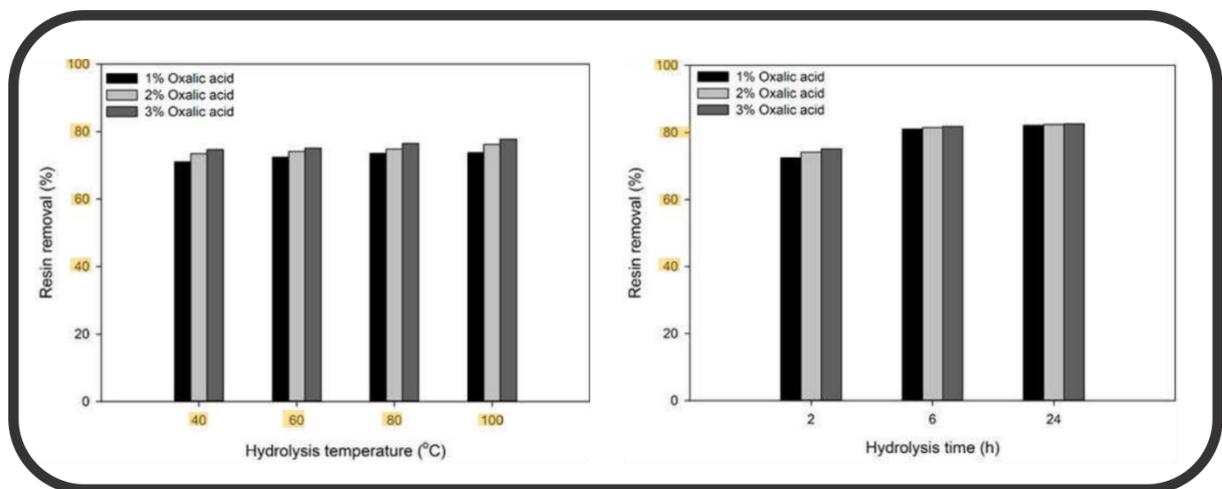


FIGURA 20. Relación Tiempo/Temperatura con la Resina Removida. Google Patentes, 2016

- CONCLUSIÓN PERSONAL

Este proyecto se encaminó principalmente a la erradicación de la mayor parte de la resina posible y se llegó a un resultado de mayor pureza de las fibras de madera que en los procesos anteriormente mencionados.

Como una contra a este proyecto, podríamos mencionar que la gran cantidad de químicos utilizados en su proceso podría generar un impacto negativo para la utilización en el corte por láser o también para su reciclado futuro nuevamente. También podemos nombrar como aspecto negativo el tiempo (entre 6 y 12 horas) que requiere el proceso.

2.4.4 Comparación

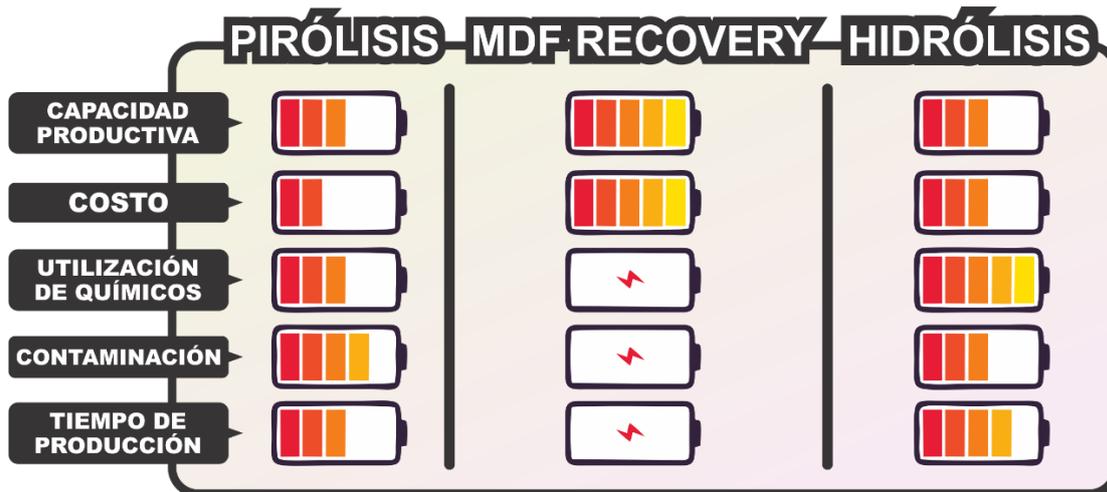


FIGURA 21. Comparativa de Antecedentes. Elaboración propia

CAPITULO 3: Propuesta de Investigación.

3.1 Programa de Diseño

Se propuso desarrollar un programa de diseño en forma de árbol de objetivos. En el cual, en la parte superior se encuentran “fines” de cada objetivo, y en la inferior, los “medios” para llevarlos a cabo. Los mismos están orientados al objeto en sí, al sujeto que los utiliza y al medio ambiente.



FIGURA 24. Árbol de Objetivos del Medio Ambiente. Elaboración propia

3.2 Cronograma Semanal

Se muestra en la figura 25 un cronograma aproximado con las fechas divididas en cuatro semanas. Las mismas están divididas a grandes rasgos en dos áreas, una más orientada a lo experimental y práctico, y otra apuntada a la redacción del informe y mostrar los resultados obtenidos. Vemos también que algunas actividades se superponen entre ellas, lo que significa que antes de dar por finalizada una actividad, se comenzara a realizar la siguiente.

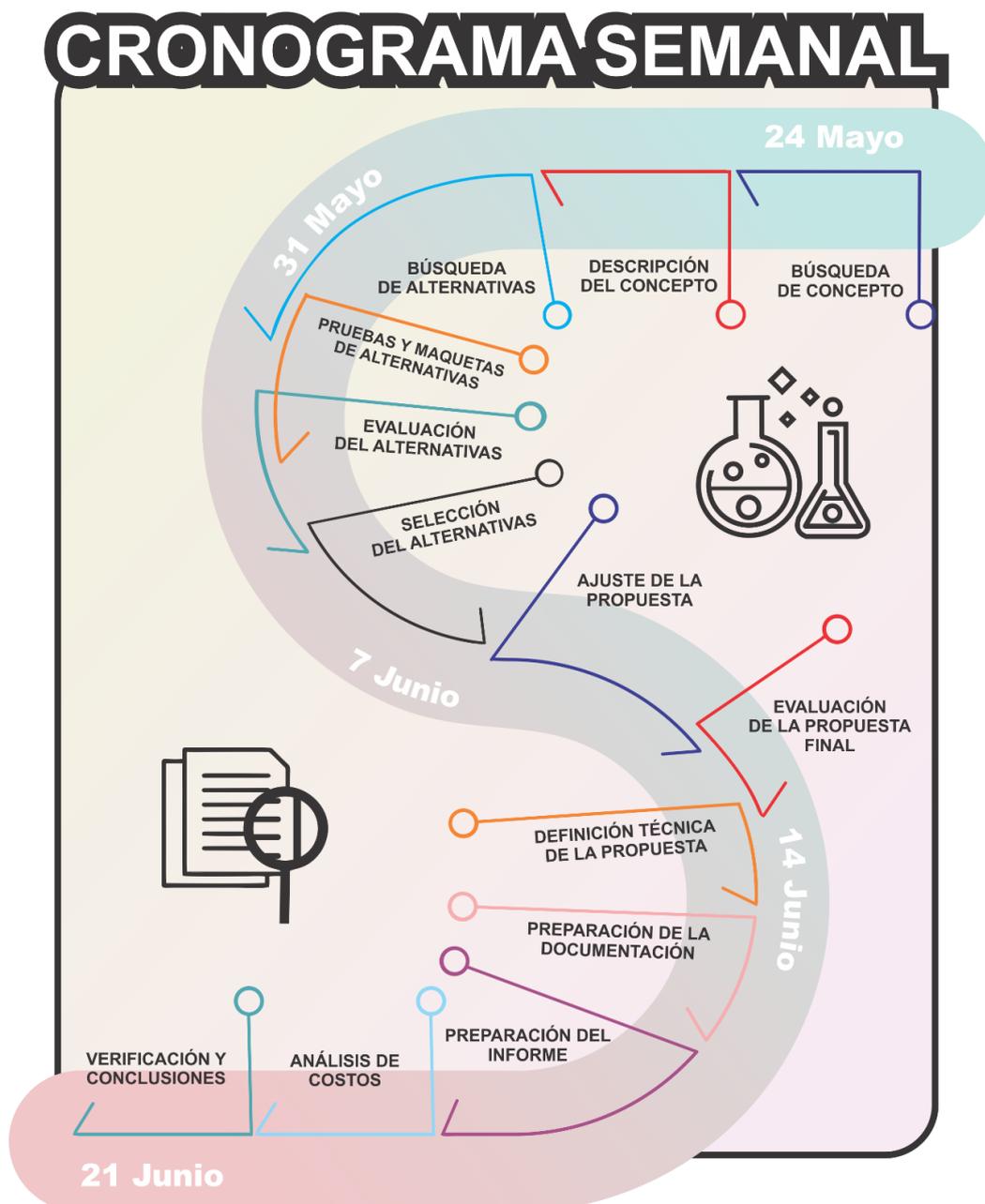


FIGURA 25. Cronograma Semanal. Elaboración propia

3.3 Concepto de Diseño

Se conoce al concepto de diseño, según Rodgers y Milton, como una descripción aproximada de la forma tecnológica, funcional y estética del producto en desarrollo. A partir de esto, se comenzó su búsqueda a través de una herramienta llamada lista de atributos, en ella se busca “identificar las características clave, o atributos, del producto o proceso en cuestión”, y como siguiente paso “pensar en formas de cambiar, modificar o mejorar cada atributo” (Rodgers & Milton, 2011, p.80). en la figura 26 intentamos resumir en una breve infografía algunos detalles que destacamos de la realización de esta actividad.



FIGURA 26. Búsqueda del Concepto. Elaboración propia

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Remarcamos como ideas importantes de la actividad anterior, que la vida útil del MDF está inmersa en un proceso lineal en el cual se inicia con la tala del árbol y finaliza con el desecho del material en un vertedero. Comparando esto con la idea de reutilizar o reciclar este material, pasaría éste a ser un proceso circular, favoreciendo así también, la idea que deje de generarle un costo al último eslabón productivo, en este caso, la persona que lo utiliza en el corte por láser.

En base a lo visto en la lista de atributos realizada y las conclusiones que se llevaron a cabo, fue que optamos por elegir el concepto del *Círculo de la Retroalimentación*. Esto está expresado en la figura 27 y significaría para nosotros abandonar el proceso lineal en el cual está inmerso el MDF y convertirlo en uno circular, en donde la pieza que hace falta para que se complete, es el reciclaje del residuo.



FIGURA 27. Círculo de la Retroalimentación. Elaboración propia

La retroalimentación se define como un método de control de sistemas en el cual los resultados obtenidos (desechos) de una tarea o actividad son reintroducidos nuevamente en el sistema con el fin de controlar y optimizar su comportamiento. Esto lograría que ya no sean solo partes separadas de un proceso y se comience a formar un “todo”, en donde cada uno de sus componentes se relaciona con el otro formando un feedback, por ende, existe una concordancia entre cada sistema involucrado.

A continuación, se muestra un mapa de palabras vinculadas directamente a lo que generamos del *Círculo de Retroalimentación*, las cuales forman parte de nuestro concepto general, ya que cada una de ellas se vincula estrechamente con lo que queremos lograr funcional, tecnológica y estéticamente de nuestro nuevo material. (Figura 28)



FIGURA 28. Mapa de Palabras Conceptual. Elaboración propia

CAPITULO 4: Desarrollo del Proyecto.

4.1 Propuestas de Diseño

A continuación, mostraremos algunas propuestas posibles de nuestro material. Buscamos que se diferencien notablemente una de otras para encontrar salidas distintas de este scrap. Luego, se elegirán las que mas se adecuen a nuestras necesidades y en base a eso, se procederá a buscar alternativas, variando así, las cantidades de a pequeñas proporciones para lograr la mejor solución posible.

4.1.1 Propuesta n°1

Para la realización de esta primera propuesta, utilizamos algunas referencias de la página Materiom.org. Esta página brinda “datos abiertos sobre cómo hacer materiales que nutran las economías y ecologías locales” (Materiom).



FIGURA 29. Ingredientes Propuesta 1. Elaboración propia

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Se tomó como referencia la cantidad de glicerina, y el agua equivalente a la cantidad de gelatina necesaria para aglutinar. Pero la receta original presenta 8 gramos de carbón activado, lo que decidimos reemplazarlo por 30 gramos de ceniza de MDF pasado por un tamiz, para que quede en partículas pequeñas.

La gelatina funciona como aglutinante de la ceniza, la cual es necesaria mezclarla con agua previamente; y la glicerina le da la flexibilidad al material. Los resultados obtenidos son los siguientes (figura 30)



FIGURA 30. Resultados Propuesta 1. Elaboración propia

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Podemos ver que tiene una textura similar a un cuero ecológico, con poca elasticidad. Posee el beneficio que cuando se calienta vuelve a su forma viscosa y líquida, por lo que puede ser favorecedor a la hora de intentar reciclarlo. Esta muestra se pegó a la base donde fue colocado luego de recalentarlo, por lo que fue difícil despegarlo.

El beneficio de que el ingrediente principal sea ceniza proviene de que la mayoría de la gente lo incinera o lo utiliza para combustible, por lo que se puede utilizar este desecho que seguramente termina esparcido en el medio. Pero, a su vez, si no se le quita la resina antes de incinerarlo, es contaminante para el medio ambiente y se estaría motivando a eso.

4.1.2 Propuesta n°2

Investigando en la biblioteca de materiales de Materiom, vimos que también utilizan en casi la mayoría de sus recetas un ingrediente llamado “agar agar”. Este producto es un ingrediente comestible utilizado para la elaboración de dulces, pero en varias recetas de comidas remarcan que es necesario ser minucioso con las cantidades para obtener consistencia.

Por esto mismo, se respetaron las cantidades anteriores de glicerina, pero se reemplazó la ceniza con MDF triturado en la misma cantidad. A su vez obtuvimos en otras recetas que cada 15 gramos de agar agar se le colocan 250 ml de agua y utilizamos esa proporción dividida a la mitad.

Antes de empezar a llevar a cabo el experimento, se hirvió en agua por 30 minutos el MDF triturado para sacarle la resina. Después se lo pasó por un colador de tela para que no pasen las partículas de madera y separarlo de la resina que estaba disuelta en el agua en un tono amarillado. Luego se dejó secar bien el MDF para que el agua en su contenido no altere los resultados.



FIGURA 31. Ingredientes Propuesta 2. Elaboración propia

Es un material bastante liviano y posee un poco de esponjosidad como para resistir un golpe y puede llegar a absorber algo líquido. Pero un problema que podemos mencionar es el tiempo de secado de este material, se tardo aproximadamente 6 días en que desapareciera humedad y quede totalmente seco.

RESULTADOS



FIGURA 32. Resultados Propuesta 2. Elaboración propia

4.1.3 Propuesta n°3

Se utilizaron los mismos ingredientes que en la propuesta n°1, con la variación que acá se reemplazó la ceniza por MDF triturado, luego de ser hervido durante media hora. A su vez, se duplico la cantidad de glicerina, con el objetivo de que sea un material con más flexibilidad.



FIGURA 33. Ingredientes Propuesta 3. Elaboración propia

Después de aproximadamente 4 días de secado a temperatura ambiente, su resultado fue un material gomoso y resistente, parecido a una goma eva.

Posee mucha elasticidad a comparación de las otras propuestas, y siempre vuelve a su forma original. La superficie es porosa, lo cual puede deberse a que no se le realizó mucha presión a la hora de elaborarlo.

RESULTADOS



FIGURA 34. Resultados Propuesta 3. Elaboración propia

4.1.4 Propuesta n°4

En esta propuesta se utilizaron los mismos ingredientes que en la propuesta n°1, utilizando ceniza de MDF triturada y tamizada. Lo que vario aquí es que se redujo a la mitad la cantidad de agua y gelatina. También se sumó, 10 ml de aceite vegetal con el objetivo de conseguir un material un poco más elástico.



FIGURA 35. Ingredientes Propuesta 4. Elaboración propia

Tardo aproximadamente 9 días en secarse. El resultado no fue el esperado, el material quiebra si se lo dobla demasiado. Es un poco flexible y se llegó a una muestra con un espesor muy fino. Su textura es muy porosa y áspera, como si el material estuviese sobrecargado de ceniza.

RESULTADOS



FIGURA 36. Resultados Propuesta 4. Elaboración propia

4.1.5 Propuesta n°5

En este caso, se averiguo acerca de un nuevo bioplástico biodegradable, a base de fécula de maíz. La revista digital “ciencia” de la Universidad Autónoma de Nuevo León explicaba como fue este proceso y quienes lo realizaron. A partir de ahí, buscamos como se hace este biomaterial y le agregamos a sus ingredientes, la misma cantidad de fécula de maíz que de MDF triturado.



FIGURA 37. Ingredientes Propuesta 5. Elaboración propia

El resultado fue un material muy fino, el cual se contrajo mucho durante el proceso de secado. Es flexible pero frágil, ya que si se lo dobla mucho se rompe. Estimamos que esto es por el agregado de MDF, lo cual debilitó el material y hace que sea fácil de romperse.

RESULTADOS



FIGURA 38. Resultados Propuesta 5. Elaboración propia

4.1.6 Propuesta n°6

Para las propuestas siguientes, nuestro método de elaboración fue similar al proceso en el cual se produce el papel reciclado en una fábrica. Para ello, hicimos un bastidor con MDF y tela metálica, el cual es el instrumento principal para este proceso.



FIGURA 39. Bastidor Propuestas 6, 7 y 8. Elaboración propia



FIGURA 40. Proceso Propuestas 6, 7 y 8. Elaboración propia

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

En esta propuesta en particular, decidimos agregar papel y MDF triturado en partes iguales. El papel se utilizó para darle más consistencia a la mezcla y que no se filtre por los agujeros de la tela metálica. También se utilizó un poco de cola vinílica para aglutinar mejor los componentes y ver el resultado que podíamos obtener.



FIGURA 41. Ingredientes Propuesta 6. Elaboración propia

El resultado que obtuvimos luego de 5 días de secado a temperatura ambiente fue un cartón duro, similar al cartón piedra o cartón gris. El mismo no posee flexibilidad, si se lo dobla mucho se rompe.

Para mencionar algún aspecto negativo sobre esta propuesta, decimos que no posee mucha variación con el clásico reciclado de papel.

RESULTADOS



FIGURA 42. Resultado Propuesta 6. Elaboración propia

4.1.7 Propuesta n°7

Aquí, se utilizaron los mismos ingredientes que la propuesta n°5, con fécula de maíz, pero variamos el proceso productivo usando el del papel reciclado como en la anterior.

INGREDIENTES



FIGURA 43. Ingredientes Propuesta 7. Elaboración propia

El resultado es una placa mayormente de MDF, ya que estimamos que parte de la fécula quedo disuelta en el agua junto con la glicerina, pero le dio cuerpo para que pueda ser levantado con el bastidor y que no quede todo en el recipiente.

El mismo posee consistencia, pero es extremadamente frágil, cuesta despegarlo de la tela donde se seco porque se rompe, sin duda alguna le falta algún ingrediente que aglutine mejor las partículas de MDF.

RESULTADOS



FIGURA 44. Resultado Propuesta 7. Elaboración propia

4.1.8 Propuesta n°8

En este caso intentamos sacar una placa con la mayor cantidad de MDF posible, decidimos solamente agregarle cola vinílica como aglutinante y producirlo mediante el proceso de las dos propuestas anteriores



FIGURA 45. Ingredientes Propuesta 8. Elaboración propia

Tardó 5 días en secarse por completo y el resultado no fue favorable en lo absoluto, ya que probablemente la mayor parte de cola vinilica se disolvió en el agua y quedo lo justo y necesario para que mantuviera su forma, pero se vuelve polvo nuevamente al intentar despegarlo de la tela.



FIGURA 46. Resultado Propuesta 8. Elaboración propia

4.2 Comparativa

Colocamos todas nuestras propuestas en un cuadro comparativo de doble entrada, y representamos con símbolos, los principales aspectos que quisimos analizar previos a la búsqueda de alternativas.

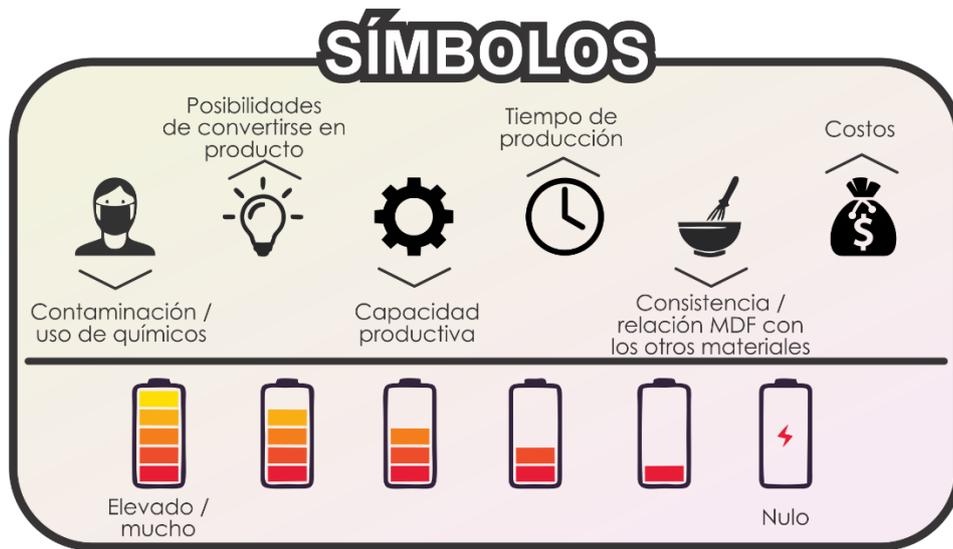


FIGURA 47. Símbolos de Referencia en la Comparación. Elaboración propia

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

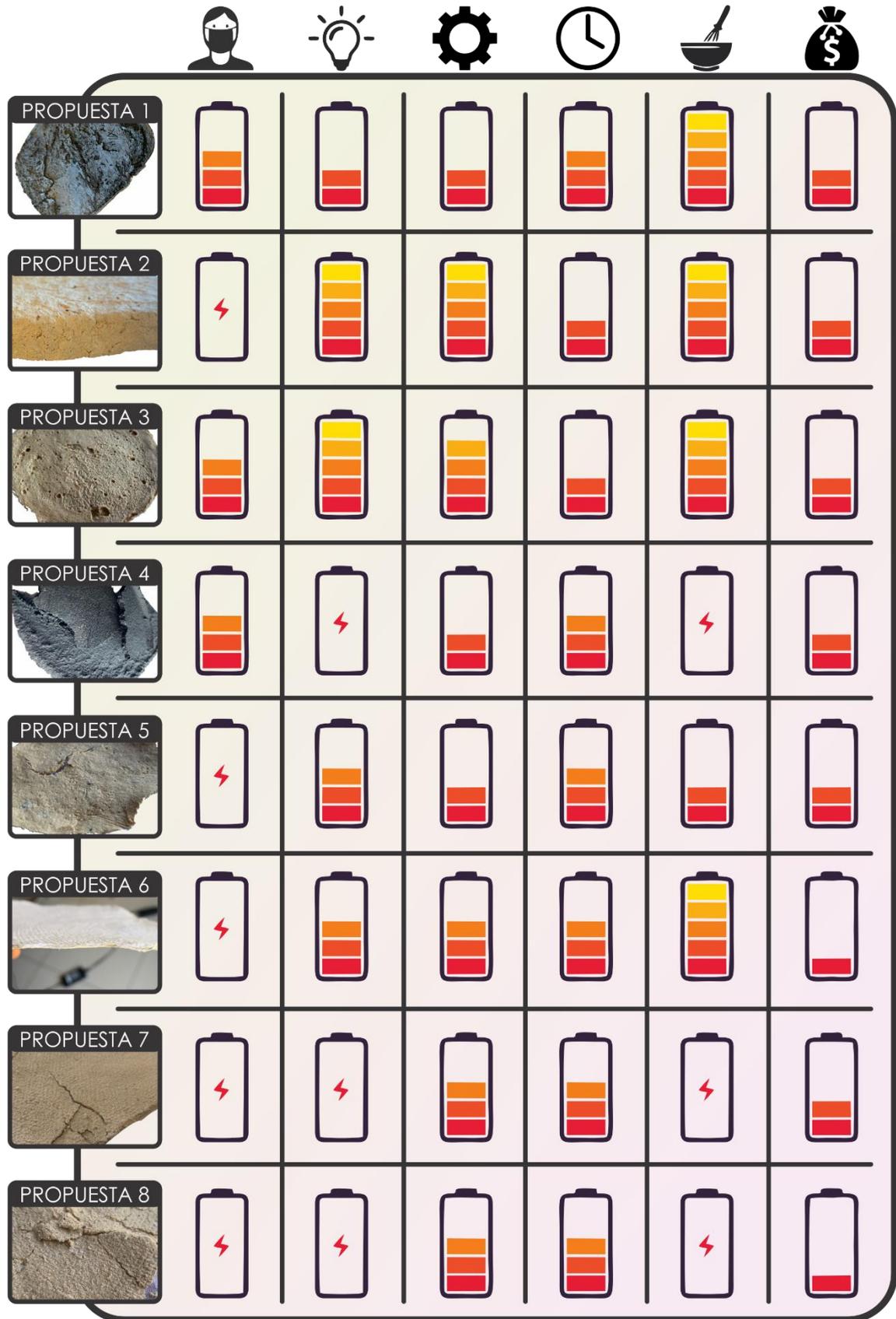


FIGURA 48. Comparación de Propuestas. Elaboración propia.

4.3 Alternativas

A partir de lo analizado en el cuadro comparativo, decidimos quedarnos con la propuesta n°2 y la n°3 para interiorarnos en la búsqueda de alternativas. En este apartado variamos de a 30% la cantidad de MDF de cada propuesta, sumando o restando.

Renombramos las propuestas “2” y “3” a propuestas “A” y “B” respectivamente para que sea más fácil denominarlas a partir de este punto, olvidando así, todas las anteriores que no seguiremos trabajando.

Para estas alternativas, decidimos cambiar el proceso de hervido del MDF triturado para retirarle la mayor cantidad de resina, el cual anteriormente era solamente en agua, por una solución química compuesta por agua, soda caustica y sulfito de sodio, en donde se hirvió por un lapso de 1 hora.

Realizamos esto gracias a un artículo de la revista online “Investigación y Ciencia”, lo cual expone, que un grupo de investigadores lograron fabricar una madera más dura que la madera natural, por el simple hecho de hervirla durante horas en esta solución y luego aprisionarla en una plancha a 100 grados.

Nosotros utilizamos de su investigación la parte del hervido, ya que esto se realiza para obtener la fibra de celulosa de la madera lo más pura posible, eliminando así los polímeros naturales que posee, y en nuestro caso, también la resina.

Luego de hervirlo en la solución química, y de separar el MDF con un colador de tela, el color del agua que quedo fue muy distinto al anterior, cuando lo hervimos solamente en agua. En la química, el color fue mucho más oscuro, lo cual puede deberse a que logró desprender mayor cantidad de polímeros de la madera, dejándola más pura a la celulosa (figura 49).



FIGURA 49. Color del Agua con Resina. Elaboración propia.

4.3.1 Alternativas a la Propuesta "A"

El tiempo de secado dependió de la cantidad de MDF que tenía en su composición, ya que en las que más porcentaje tenía, más rápido se secó.

También logramos adelantar el proceso de secado colocándolas en un horno a 40° C. durante 24 horas y luego otro día más a temperatura ambiente.



FIGURA 50. Propuesta "A" Secándose. Elaboración propia.

4.3.1.1 (-30%) 21g MDF



FIGURA 51. Alternativa "A-1". Elaboración propia.

4.3.1.2 (+30%) 39g MDF



FIGURA 52. Alternativa "A-2". Elaboración propia.

4.3.1.3 (+60%) 48g MDF



FIGURA 53. Alternativa "A-3". Elaboración propia.

4.3.1.4 (+90%) 57g MDF



FIGURA 54. Alternativa "A-4". Elaboración propia.

4.3.2 Alternativas a la Propuesta "B"

En estas alternativas decidimos ponerle talco al molde, ya que es una técnica que se usa en la fundición centrífuga para despegar la pieza. De todas maneras, en la segunda y tercera alternativa se pegó mucho al molde y se rompió un poco. Vamos a tener eso en consideración a la hora de analizar la mejor opción.

Cabe aclarar que, en este caso, las piezas no pueden ser colocadas en un horno para secarse ya que estas alternativas se derriten con el calor volviendo a su forma viscosa como cuando se colocó en el molde.

4.3.2.1 (-30%) 11g MDF



FIGURA 55. Alternativa "B-1". Elaboración propia.

4.3.2.2 (-60%) 18g MDF



FIGURA 56. Alternativa "B-2". Elaboración propia.

4.3.2.3 (+30%) 33g MDF



FIGURA 57. Alternativa "B-3". Elaboración propia.

4.3.2.4 (+60%) 41g MDF

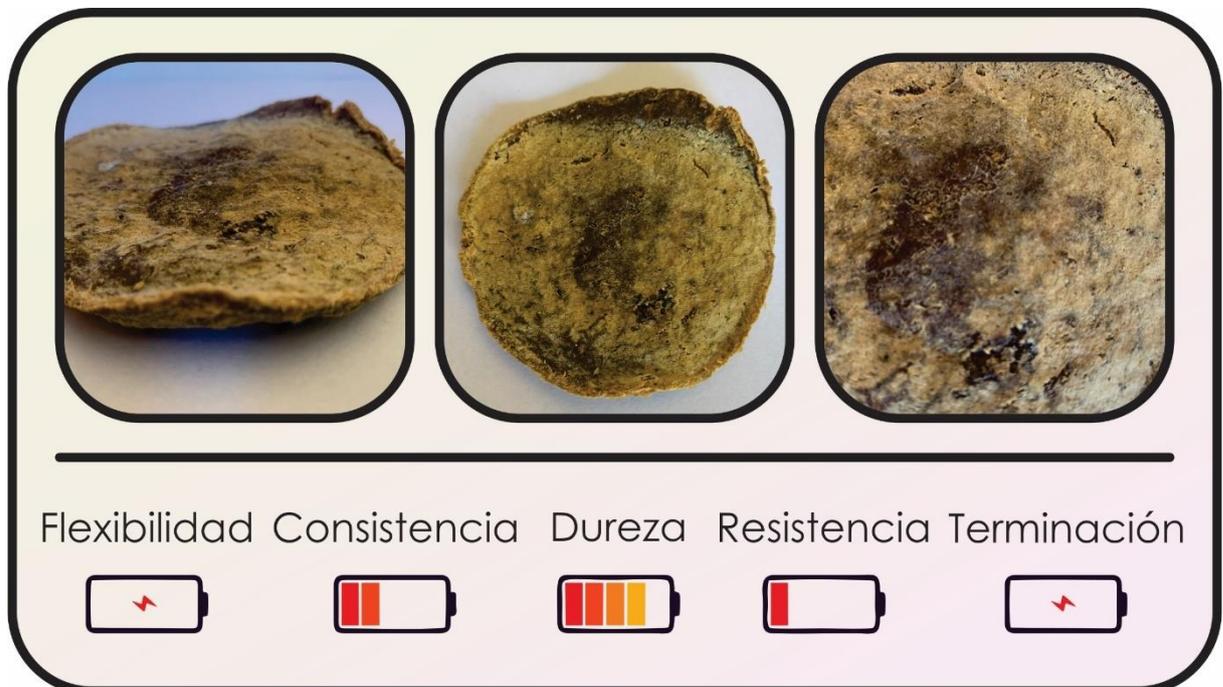


FIGURA 58. Alternativa "B-4". Elaboración propia.

4.3.3 Conclusión de Alternativas

Se puede ver en los puntos anteriores que, las mejores alternativas son las A-2, A-3, A-4 y B-1. Si bien las A-2 y B-1 están bien logradas y los resultados son positivos, tenemos como crítica importante la poca cantidad de MDF triturado que necesitamos usar para lograrlas, por lo que es mucho más beneficioso optar por una alternativa en la cual se utilice más este scrap para poder sacarlo más fácilmente del medio y lograr así una capacidad de producción de nuestro nuevo material acorde a la cantidad de desecho que se genera diariamente. Por lo que seguiremos a la siguiente etapa solamente con las alternativas A-3 y A-4.

4.4 Pruebas

4.4.1 Capilaridad y Absorción de Agua

La primera prueba que realizamos fue la de capilaridad, esta se define como una propiedad física en la cual, cuando un sólido se pone en contacto con un líquido, este sube por las paredes del mismo.

Comenzamos la prueba poniendo en contacto nuestros materiales en 50 ml. de agua. Para controlar cuanto sube el líquido por nuestro material, le hicimos una marca al frente del mismo en donde indicaba el nivel del agua. Se lo dejó ahí durante 3.30 horas y se controló el resultado.

Como se puede observar, el agua subió un poco más en la propuesta A-3 que en la A-4. También, la cantidad de líquido que quedó fue un poco menor en la primera que en la segunda. Como otro dato a tener en cuenta, en la parte donde se quebró el material para realizar la prueba fue donde más agua subió.

El peso inicial de la pieza fue en el caso de la A-3 de 11 gramos y de la A-4 de 12 gramos. Ambas subieron su peso después de las pruebas y pasaron a pesar 20 y 22 gramos respectivamente.

Cabe destacar también, que el agua se tiñó en un tono amarronado después de estar la pieza sumergida por esa cantidad de tiempo.

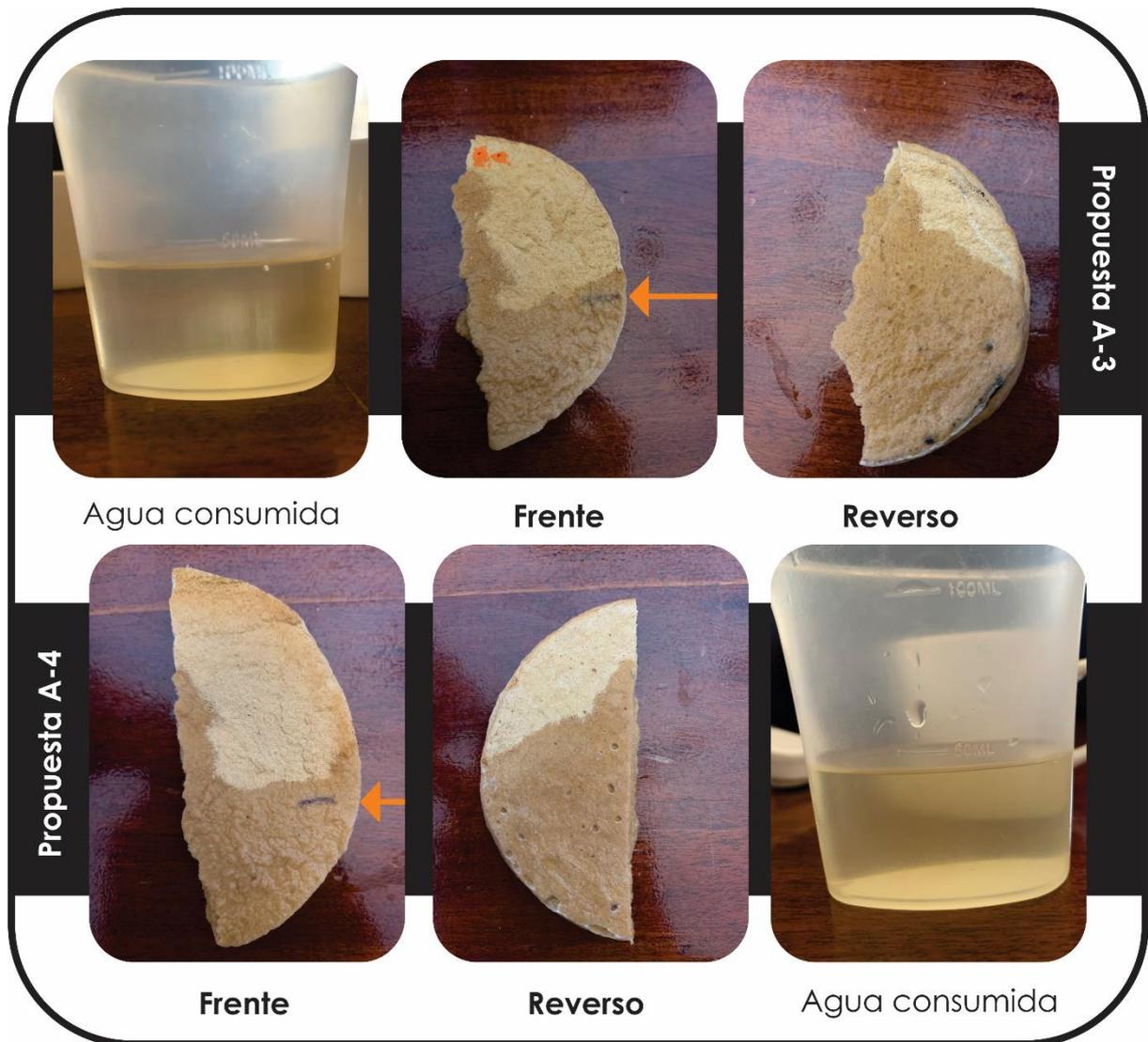


FIGURA 58. Capilaridad. Elaboración propia.

Siguiendo con la investigación, se le colocó 50 ml. más de agua para que tape a toda la superficie del material y se lo dejo ahí hasta cumplidas las 24 horas del primer contacto con el líquido.

El resultado de esta prueba fue que tiño aún más el color del agua, se encontró en un tono mas oscuro que antes. También el peso de la pieza subió varios gramos más. En la A-3, se obtuvieron 27 gramos. En cambio, en la A-4, 28 gramos. Comparado al peso original del material, el cual también tenían un gramo de diferencia, podemos observar que a simple vista no presentan una gran variación de absorción de agua entre ambas pruebas.

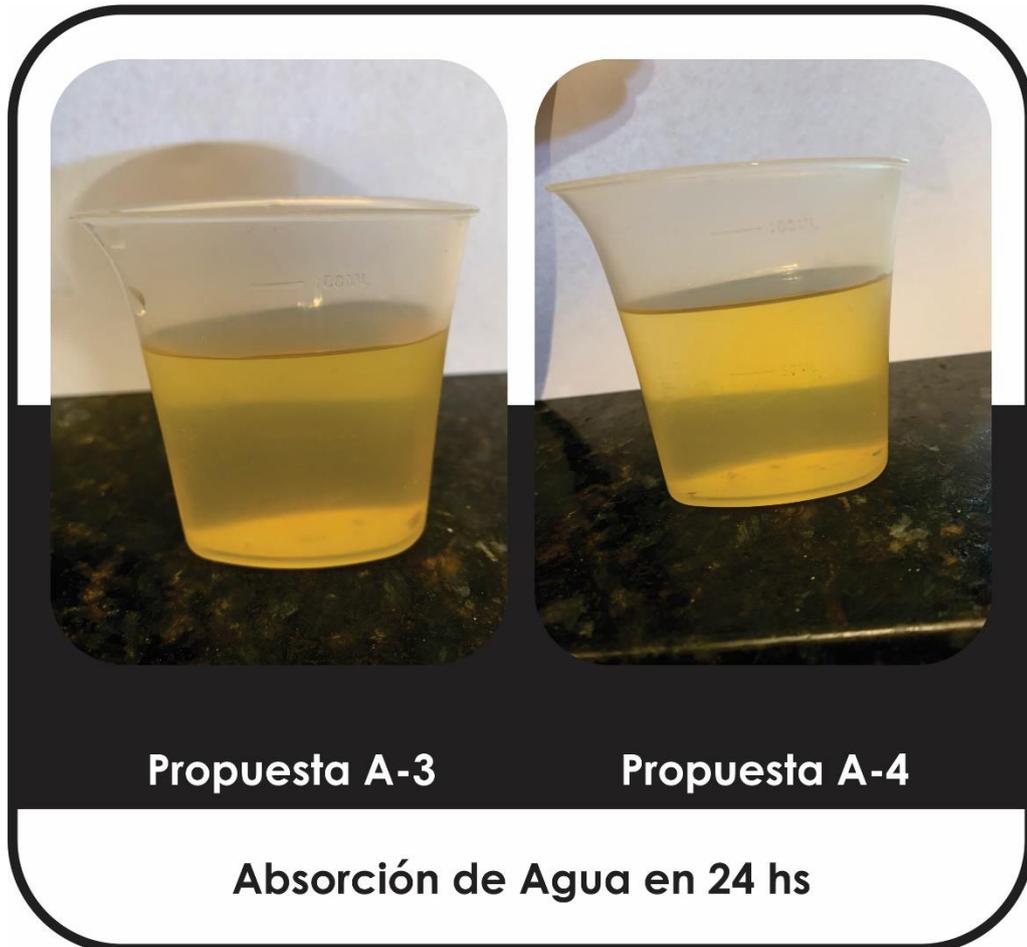


FIGURA 59. Absorción de Agua. Elaboración propia.

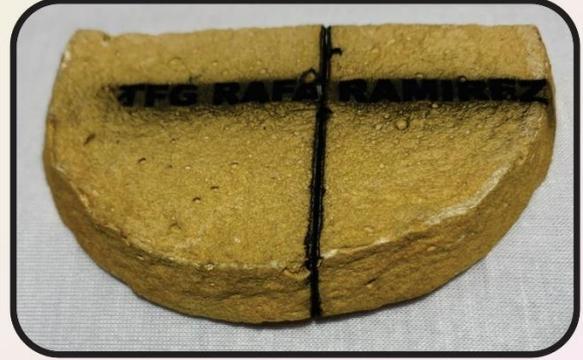
4.4.2 Corte y Grabado en Laser

Con el objetivo de seguir analizando las posibilidades de nuestro material, se intentó utilizarlo en corte y grabado por láser a las propuestas A-3 y A-4. Para esto, ya que nuestro material posee 11 y 12 mm de espesor respectivamente, pero es mucho mas liviano que un MDF común, decidimos mantener los parámetros de un MDF de 9mm, como lo utilizamos en las pruebas que hicimos en “Multiform”. También, se utilizó para esto el mismo laser (potencia de 80 watts).

CORTE Y GRABADO 1



A-3



A-4

CORTE: VELOCIDAD 6 - POTENCIA 80
GRABADO: VELOCIDAD 150 - POTENCIA 25

FIGURA 60. Corte y Grabado 1. Elaboración propia.

En la primera prueba de corte y grabado, el material se quemó bastante en la parte grabada, por lo que es necesario disminuir la potencia aun más y aumentar la velocidad. En el corte, no se obtuvo un buen resultado. Se cortó hasta la mitad estando en una potencia bastante alta. Se la subirá un poco más en la próxima prueba, pero no es muy beneficioso cortar a potencias mucho mayores que ésta.

GRABADO 2



A-3



A-4

VELOCIDAD 200 - POTENCIA 10

FIGURA 61. Grabado 2. Elaboración propia.

INSTRUMENTOS



FIGURA 63. Vulcanizadora. Elaboración propia.

RESULTADO



FIGURA 64. Resultado Vulcanizadora. Elaboración propia.

El resultado que obtuvimos fue mejor de lo que pensábamos, el material en el caso de la propuesta A-4 se aplanó dejándolo mucho más compacto y homogéneo al punto que le dio más resistencia. Ésta podría ser una buena salida de nuestro material para una posible producción en placas y para lograr el espesor necesario para utilizarlo en el proceso de corte por láser. En el caso de la propuesta A-3, se quebró donde previamente habíamos grabado.

Por lo que también podemos deducir que mientras más cantidad de MDF contiene, más resistente queda a esta prueba.



FIGURA 65. Comparación A-4 Vulcanizada. Elaboración propia.

4.4.4 Incineración

Para esta prueba utilizamos un termómetro laser para ver como varían las temperaturas desde que se pone en contacto con el fuego.



FIGURA 66. Termómetros Láser. Elaboración propia

Dejamos las piezas durante 10 minutos en el fuego. En todo ese tiempo la pieza no se incendió completamente, cuando se la retiraba del contacto directo con la llama, se apagaba.



FIGURA 67. Comparación Propuestas en Llama Fotos. Elaboración propia

A los 10 minutos cuando se lo retiro del fuego y se tomo la temperatura, la propuesta A-3 se enfrió más rápido que la A-4. Lo que nos ayuda a confirmar que mientras más cantidad de MDF posee, más tiempo mantiene el calor.

TEMPERATURAS

	Propuesta A-3	Propuesta A-4
 1 MIN	150° C	150° C
 5 MIN	300° C	300° C
 10 MIN	250° C	300° C
 7 MIN	70° C	180° C
 10 MIN	40C	100C

FIGURA 68. Comparación Propuestas en Llama Cuadro. Elaboración propia

4.4.5 Conclusión de las Pruebas

Se destaca en este apartado, que ambas propuestas tienen buenos desempeños en algunas pruebas y en otras no. Por lo tanto, se llevará a cabo esta última parte de la investigación con un material que pueda variar entre las cantidades de MDF ya mencionadas según su futuro uso y exigencias.

4.5 Costos

Se calcula el precio de una placa de 1x1 metro. Este no es exacto, ya que no tenemos un posible precio del scrap de MDF porque la gente que lo utiliza paga por su retiro, no lo vende. Pero uno de los objetivos de esta investigación fue que los productores implementaran la venta de este scrap.



FIGURA 69. Costos Materiales. Elaboración propia

Los precios en la Figura 69 son en dólares estadounidenses. Obtuvimos precios por 25 kg. de agar agar y de glicerina. Los precios son por una compra al mayor. La glicerina se obtendrá en un negocio ubicado en la ciudad de Córdoba, en su sección mayorista, llamado “Todo Droga”. El aglutinante alimenticio importado de marca “Agarforce” se obtendrá por el proveedor llamado “El Bahiense”, distribuidor e importador de este producto.

El precio del agua, es un costo insignificante en el precio de la producción ya que no se utiliza demasiada agua para la producción y el precio es muy bajo.

El precio de la solución química en la cual se hierve el MDF triturado no esta incluida en el precio por el simple hecho de que no tenemos en claro cuantas veces se puede utilizar la misma solución. Con el objetivo de exprimir al máximo y alivianar los costos productivos

De todas maneras, el proveedor “Proquigal SRL” de la Ciudad autónoma de Buenos Aires, nos brindó los precios para las compras mayoristas, los cuales son: Soda Caustica US\$ 2,80 por 25 Kg. (20 L.) y Sulfito de Sodio US\$ 8 x Kg.

CAPITULO 5: Resultados y Conclusiones

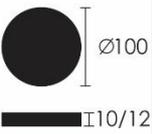
5.1 Fichas técnicas

FICHA TÉCNICA
Material: A-3/4

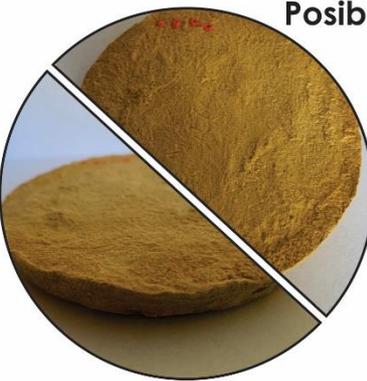
Materiales: MDF Triturado
Soda Cáustica
Sulfito de Sodio
Agar Agar
Glicerina
Agua

Proporciones: MDF Triturado: Entre 48 y 57 g.
Agua: 125 ml.
Agar Agar: 7g.
Glicerina: 5 ml.

Solución para hervido del MDF: Soda Cáustica: 100ml.
Sulfito de Sodio: 40 g.
Agua: 250 ml.



∅100
I10/12



Posibilidades del material:

- Relleno de packaging / Sostén de productos
- Placas aisladoras ignífugas
- Corcho (no para vinos)
- Placas / Muebles / Decoración

Hervido previo:

- 1 Hervir por una hora el MDF triturado en la solución química. Ecurrir en colador de tela y dejar secar 3 días al aire libre o 1 en horno.
- 2

Preparación de la Materia Prima:

- 1 A fuego lento mezclar el Agar Agar con el agua.
- 2 Cuando se espese la mezcla agregar la Glicerina y mezclar bien.
- 3 Por ultimo agregar el MDF triturado y hervido.
- 4 Una vez mezclado, en caliente pasar al siguiente proceso.

Propiedades:

- Resistencia al calor
- Resistencia la presión
- Elasticidad
- Toxicidad al quemarlo
- Cantidad de Resina
- Absorción de liquido
- Grabado en láser
- Terminación
- Consistencia
- Costo

Textura



PLACAS **EXTRUSIÓN / MOLDEO**

Posibles Procesos Productivos

Extrusión Moldeo Placas



FIGURA 70. Ficha Técnica. Elaboración propia

5.2 Conclusiones

Llegando a la última etapa del presente trabajo final de grado, se destaca el rol determinante tanto del usuario como del medio ambiente, ya que estos fueron condicionantes clave en las directrices del proyecto. Todas las decisiones tomadas a lo largo de este trabajo, se pensaron antes que nada en la repercusión que podrían generarle a ellos. Cabe destacar, la complejidad de intentar satisfacer al usuario que genera el scrap y al medioambiente al mismo tiempo. Ya que normalmente lo que le genera un beneficio a uno, perjudica al otro.

Un punto positivo de la realización de este trabajo fue verificar el número de personas que padecían el problema del MDF. Esto, se pudo comprobar personalmente en "Multiform" y a su vez, las encuestas nos ayudaron a ver que ellos no eran las únicas personas sujetas a esta problemática. La parte investigativa del proyecto fue sin dudas una de las más importantes de su realización.

Si se tuvieran que mencionar los objetivos que quedaron por trabajarse en este proyecto, podríamos hablar de la necesidad de medir correctamente en números la diferencia entre ambas propuestas para así poder tener en cuenta con exactitud qué productos se adaptan a este material.

Acarreando los tiempos acotados del proyecto, sumado al punto anterior, nos quedo verificar el uso del material como algo estético, realizándole algún tratamiento superficial posterior, y creando una serie de productos decorativos.

A modo de cierre, queremos destacar que se descubrió un problema que está poco desarrollado, y que las pruebas que se mostraron en el trabajo son solo una parte de las innumerables opciones que se pueden trabajar.

Se busca que este trabajo sea motivo de impulso a nuevas soluciones industrializadas, así como lo fue en su momento la creación del mismo MDF, que hoy en día cuenta con una demanda mayor que el tablón de madera maciza.

REFERENCIAS

Agro Waste (2013) Pirólisis. Pirólisis Recuperado de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/PIROLISIS.pdf>

Araujo Mejía, C. (2014) Diseño del Proceso para la Recuperación de Subproductos Resultantes del Proceso de Corte de MDF en la Empresa Triplex del Sur. (Pasantía institucional para optar al título de Ingeniero Industrial, Universidad Autónoma de Occidente). Recuperado de <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/7930/1/T05929.pdf>

Bertolino, R. Fogwill, E. Chidiak, M. Cinquangelis, S. Forgiione, M. (2015) Participacion Ciudadana y Gestion Integral de Residuos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/DanielDelgado2/participacion-ciudadana-y-gestion-integral-de-residuos-experiencias-en-argentina>

Cambridge Dictionary. Recuperado de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles-espanol/scrap>

Ciencia UANL. “Plástico biodegradable hecho a base de almidón de maíz”. Recuperado de: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=9224>

Elías R. (2012) Quality Evaluation of MDF Recovery’s Recycled MDF Fibres. Recuperado de: <http://www.mdfrecovery.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2012/03/Quality-Evaluation-of-MDFR-MDF-Fibres.pdf>

Fernández González, A. (1993) “Evolución del Mundo Tecnológico de los Tableros de Madera”. Congreso Forestal Español. Sección 4. Recuperado de http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15192/0

Google Patentes. Method for removing adhesive included in fiberboard (15 de julio de 2016) patente de invención. Solicitud número KR1020160089712A Recuperado de <https://patents.google.com/patent/KR101757858B1/>

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

Investigación y Ciencia (7 de febrero de 2018) La Madera Aplastada Es Más Fuerte Que el Acero. Recuperado de: <https://www.investigacionyciencia.es/noticias>

Keil, D. & Spavento, M. (coord.) (2009) Industrias de Tablero de Fibra de Madera. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/>

Luis Virano (2018) Corte por Laser. (Material de estudio brindado a los alumnos) Tecnología y sus Aplicaciones IV. Universidad Empresarial Siglo 21.

MDF Recovery. Recycled Wood Fibre With The Same Quality as Virgin Wood Fibre Recuperado de: <http://www.mdfrecovery.co.uk/technology/>

Ministerio de Hacienda de la Presidencia de la Nación (2019) Informes de Cadena de Valor. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/>

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos (17 de diciembre de 1991) Ley 24.051 de residuos peligrosos. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/observatorioresiduos/peligrosos>.

Moreno Caballero, A. "Estudio del Briquetado y Residuos de la industria del mueble de madera y de residuos de mueble". (Tesis Doctoral, Universidad de Alicante) Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=58302>

Oxford Learner's Dictionaries. Recuperado de https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/scrap_1

PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (febrero 2012) oficina regional para América latina y el caribe. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://www.pnuma.org/forodeministros/18-ecuador/Reunion%20Expertos/Informe%20Economia%20Verde/ESPANOL%20Economia%20Verde%2016%20DEC%202011.pdf>

Reyes, A. Bautista, L. & Quintero, L. (2017), "Análisis de tecnologías para la transformación de material aglomerado de madera con fines de reciclaje" Revista de la

Encabezado: DISEÑO DE UN MATERIAL

facultad de ciencias básicas. 15(2):54-58 Recuperado de
http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/2885

Rodgers, P. & Milton, A. (2011) Diseño de Productos. Londres, Inglaterra. Laurence King Publishing

Virginie M. (2011). Los Caminos del Reciclaje. Recuperado de
<https://books.google.com.ar/>

WBPI (9 de Marzo de 2012). Recycling MDF: are we there yet? Recuperado de:
<http://www.wbpionline.com/features/recycling-mdf-are-we-there-yet/>