

# Fibras textiles.

Exploración de un material manufacturado a base de residuos de algodón textil desde una mirada social.

## **Memoria para optar al título de Diseñadora Industrial**

Estudiante:

**Javiera Salgado Ramírez**

Profesora guía:

**Andrea Wechsler Pizarro**

Santiago de Chile,

Marzo 2021







# Fibras textiles.

Exploración de un material manufacturado a base de residuos de algodón textil desde una mirada social.

Memoria para optar al título de Diseñadora Industrial

Estudiante:  
Javiera Salgado Ramírez

Profesora guía:  
Andrea Wechsler Pizarro

Santiago de Chile,  
Marzo 2021





## **Agradecimientos**

A la profesora Andrea, por su paciencia, comprensión y apoyo durante este proceso,  
A mis compañer-s por su cariño y ánimo, especialmente a la Yesi, gracias por tu apoyo, compañía y cariño siempre,  
A sinestesia por permitirnos el uso de sus instalaciones, su interés y ayuda en nuestros proyectos,

A mi familia,  
Al Max, al Simón y la Blanca.



# Glosario

## Aglomerante

Material con la capacidad de unificar y cohesionar fibras y/o partículas.

## Aguas residuales domésticas

Aguas afectadas por acción humana, estas pueden ser domésticas, urbanas, industriales o mineros y mezclas de las anteriores. Las domésticas hacen alusión a las aguas usadas, residuos que no sirven para el uso directo.

## Análisis de ciclo de vida (ACV-LCA)

Herramienta metodológica utilizada para evaluar las cargas ambientales propias de un producto o servicio a lo largo de su vida (extracción, producción, distribución, uso y fin de vida). (Cervantes, Sosa, Rodríguez, y Robles, 2009).

## Biodegradable

Proceso químico donde microorganismos del ambiente convierten materiales en sustancias naturales (dióxido de carbono, metano, agua, compuestos inorgánicos o biomasa), este proceso depende meramente de las condiciones medioambientales, del material en sí y su aplicación.

## Bioplásticos

Polímeros derivados de productos biológicos, procedentes de materia prima de fuentes renovables.

## Curado

Proceso de secado de un material a través de la eliminación de humedad.

## Código abierto

Modelo colaborativo centrado en beneficios prácticos, enfocado en la entrega de herramientas/conocimientos de libre acceso.

## Do it yourself - DIY

Do it yourself -hazlo tú mismo/a-, se define como las prácticas de fabricación o reparación propia de objetos/elementos.

## Educación no formal

Se refiere a "toda actividad organizada, sistemática, educativa, realizada fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de la población, tanto adultos/as como niños/as". (Coombs, 1973)

## Estandarizar

Ajustar a un lenguaje corriente. Para la presente investigación implica: uso de herramientas, lenguaje y medidas comunes.

## Hacking

Acción de hackear. Proveniente de la cultura hacker conformada por personas interesadas en retos intelectuales ligados al sobreponerse ante limitaciones asociados a softwares (Gehring, 2004), relacionado a la cultura maker y su base en el código abierto.

## HCI

Siglas de Human-Computer interaction -interacción persona-computadora-. Campo multidisciplinario que tiene como foco de estudio el diseño de la interacción humanos y computadores-tecnología (I. d. foundation).

## **Hidrocoloides**

“Polímeros de alto peso molecular que actúan como estabilizantes, espesantes y/o gelificantes”. (Rodríguez, Sandoval y Ayala, 2013)

## **Materiales biobasados**

Materiales provenientes de materias primas de fuentes renovables, parcial o completamente.

## **Materiales compuestos**

Materiales conformados por dos partes, una caracterizada por poseer fibras/partículas fuertes contenidas por una matriz débil encargada de complementar a la fibra/partícula en uso (Gay, Hoa y Tsai, 2003).

## **Materiales DIY**

Son creados por producción propia de individuos o colectivos, comúnmente bajo técnicas y/o procesos propios de el/la/los/las diseñadores/as. Estos materiales pueden ser totalmente nuevos, modificaciones o versiones más desarrolladas de materiales ya existentes<sup>1</sup> (Rognoli, Bianchini, Maffei, y Karana, 2015).

## **Upcycling/Suprareciclaje**

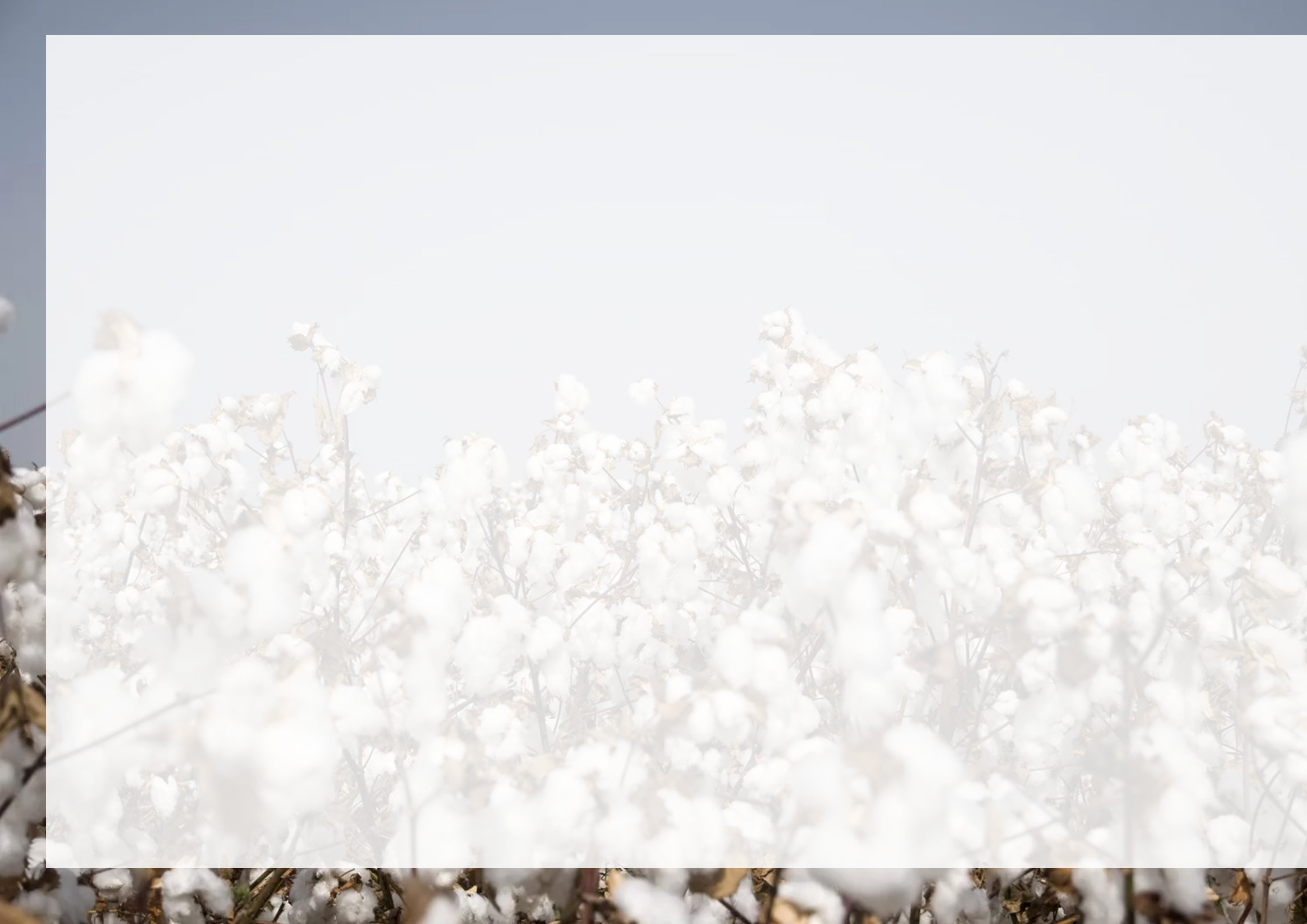
Técnica de reutilización de residuos, productos y/o materiales de desecho, para conformar materiales y/o productos de mayor calidad, valor ecológico y económico.

## **STEM**

Acrónimo de “Science, technology, engineering and mathematics” -Ciencia, tecnología, ingeniería y matemática-. Hace referencia a todo lo relacionado a alguno de estos sectores profesionales, como todos los polímeros.

---

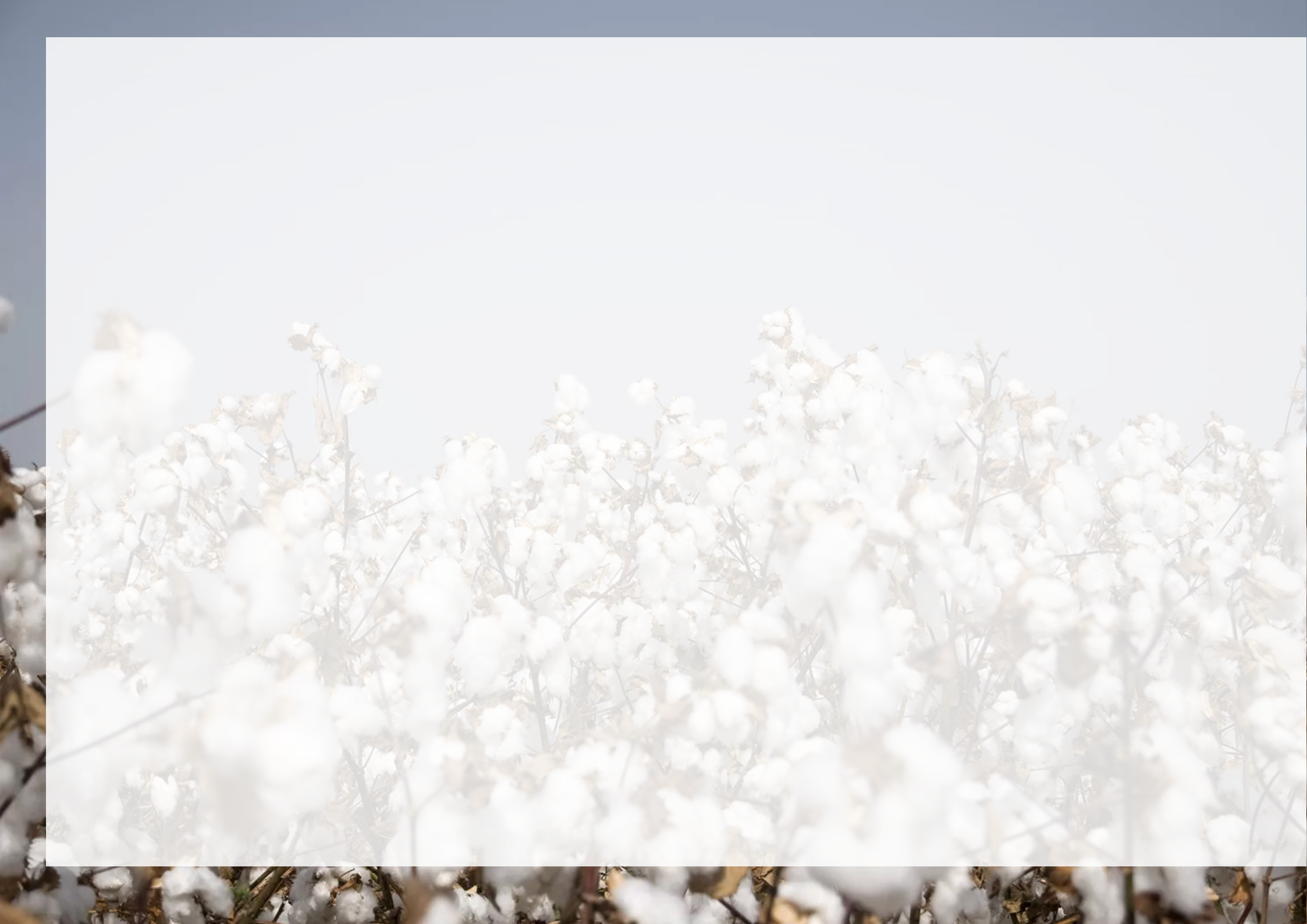
<sup>1</sup> Traducción propia.



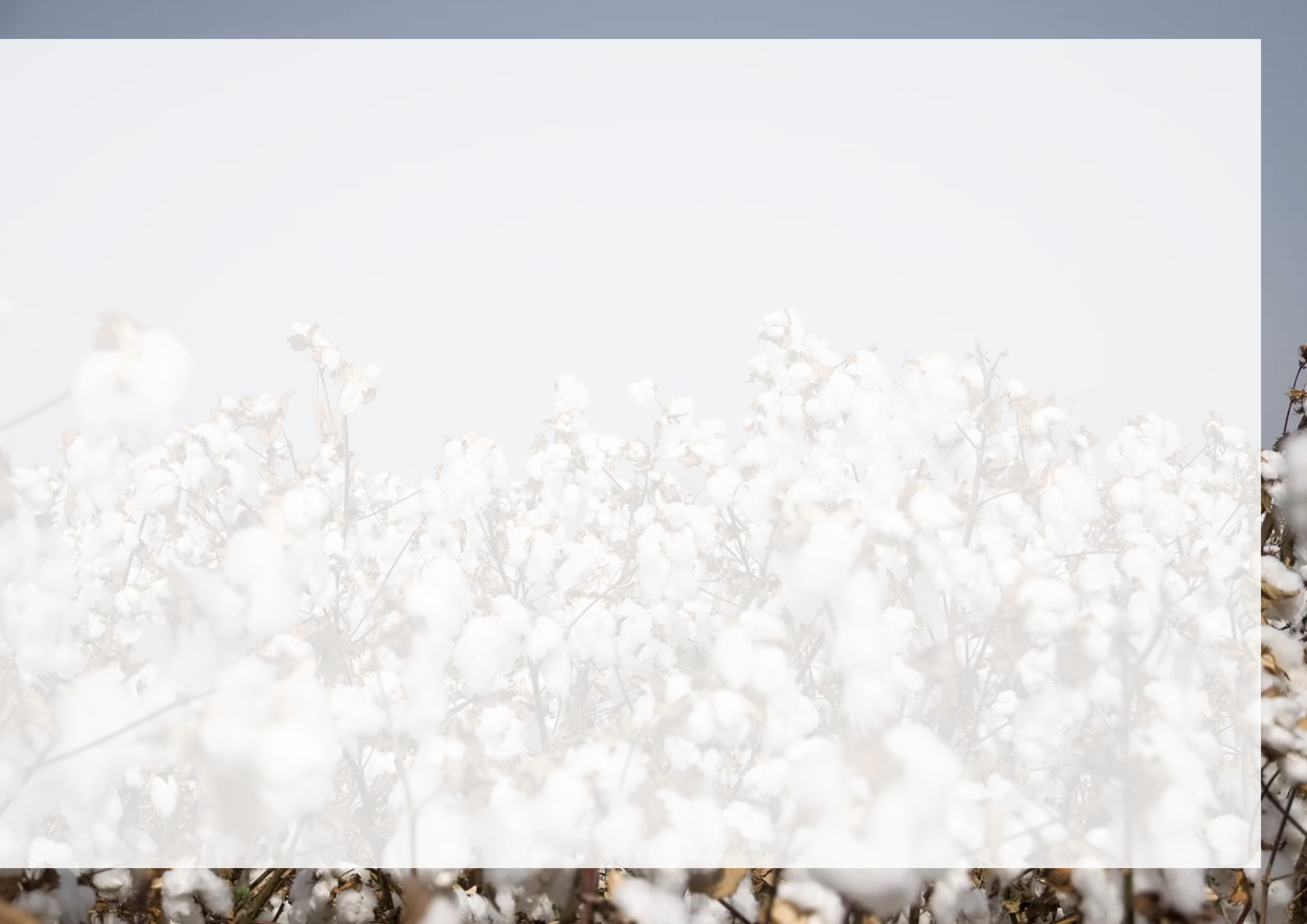


Absorción de agua e hinchamiento. ....	51
Ensayos mecánicos. ....	52
Ensayo de resistencia a la flexión.....	52
Ensayo Tensión perpendicular a la superficie, Internal Bond.....	52
Ensayos de resistencia a agentes externos. ....	53
Degradabilidad.....	53
Compostaje. ....	54
Resistencia a reactivos químicos. ....	55
Resistencia a rayos UV.....	56
Trabajabilidad. ....	57
Corte.....	58
Perforación.....	59
Desbaste.....	59
Pruebas de moldeo.....	60
Pruebas de teñido y patrones.....	61
Perceptuales. ....	62
Exploración de aplicación y diseño formal. ....	64
Análisis del material. ....	65
Generación de propuestas: áreas posibles. ....	65
Conceptualización.....	67
Desarrollo de propuestas de aplicación. ....	67
Propuesta 1: Rescate de metodología. ....	67
Propuesta 2: Mobiliario. ....	71

Exploración de aglutinantes a partir de experimentación.....	73
Formatos de fibras. ....	75
Evaluación del material.....	77
Ensayos físicos.....	77
Densidad. ....	77
Absorción de agua e hinchamiento. ....	78
Ensayos mecánicos. ....	79
Ensayo de resistencia a la flexión.....	79
Ensayo Tensión perpendicular a la superficie, Internal Bond.....	79
Ensayos de resistencia a agentes externos. ....	80
Degradabilidad.....	80
Compostaje. ....	81
Resistencia a reactivos químicos. ....	83
Resistencia a rayos UV.....	86
Trabajabilidad. ....	86
Moldeo.....	89
Teñido y patrones. ....	90
Perceptuales. ....	92
Ficha técnica. ....	94
Exploración de aplicación y diseño formal. ....	95
Factor humano ligado al proyecto.....	95
Usuarios y usuarias. ....	95
Beneficiario y beneficiaria.....	96
Conceptualización.....	97
Desarrollo de propuestas.....	100
Prototipo mínimo funcional.....	100









A close-up photograph of a cotton field. The image shows numerous cotton plants with their characteristic white, fluffy bolls (seed pods) that are ready for harvest. The plants are densely packed, and the background is a soft, out-of-focus light blue sky. The overall scene is bright and clear, suggesting a sunny day.

# Introducción

La presente investigación busca desarrollar un material manufacturado basado en residuos de algodón textil con un aglutinante biodegradable no tóxico en base a maicena, esta se centra en 3 pilares: la biodegradabilidad, la democratización de procesos y el activismo material.

Para esto, el proyecto se centra en 4 temas: la sustentabilidad, los residuos textiles, los materiales DIY y la cultura maker. Inicialmente se encuentra inmerso en la sustentabilidad como marco de la investigación. Este tema se abarca debido a la preocupación por la problemática del calentamiento global y sus consecuencias en la vida diaria.

Dentro de las industrias de mayor incidencia en esta problemática se encuentra la industria textil, identificando a esta como el segundo de los cuatro temas a tratar. La industria textil se presenta como la segunda industria más contaminante a nivel global tras la industria petrolera (Niinimäki et al., 2020), donde su influencia abarca desde la calidad de vida de las personas ligadas directa e indirectamente a ella hasta la contaminación generada por emisiones de CO<sub>2</sub>, contaminación de aguas y las toneladas de residuos textiles. Esta problemática ha llevado a plantear la posibilidad del uso de los residuos textiles con la finalidad de evitar su llegada a vertederos, extendiendo su vida útil a través del conformar un material compuesto en base a una parte de estos.

El tercer tema se encuentra inmerso en la "cultura maker", movimiento basado en la combinación de la manufactura digital y personal, popularizada como la tercera revolución industrial (Anderson, 2012). Comprendido a su vez, en la era del conocimiento, o sociedad del conocimiento, ha dado lugar al desarrollo de comunidades con la capacidad de generar redes de apoyo y aprendizaje traspasando barreras físicas-espaciales y etarias. Con el paso del tiempo se han

ido sumando nuevas tecnologías que han dado paso a su democratización, generando aún más oportunidades y posibilidades a estas comunidades, apareciendo conceptos como makers, do it yourself (DIY), open source, entre otros.

De esta forma, se desprende el cuarto tema, materiales DIY. Estos materiales se caracterizan por su conformado sencillo, estandarizado y de acceso abierto, abarcado a modo de proximidad a las personas.

En resumen, los temas abarcados son:

- Sustentabilidad, como marco del proyecto.
- Residuos textiles, como oportunidad de uso de un residuo, en este caso fibras de algodón 100%.
- Cultura maker, proyecto exploratorio enfocado en el aprendizaje en comunidad.
- Materiales compuestos, enfocado en la cultura DIY y su característica de promover el código abierto.

Estos cuatro temas y los 3 pilares de la investigación se presentan en la figura 1.

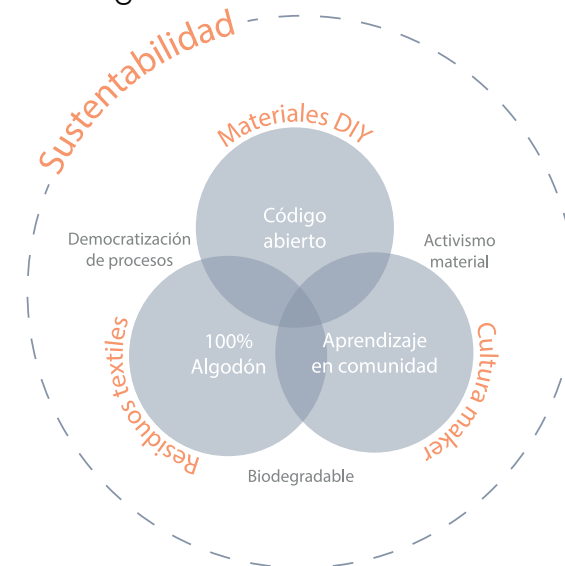


Figura 1. Marco del proyecto: temas abordados en la investigación, elaboración propia.

# Problema-oportunidad

## Industria textil

Durante los últimos 30 años se ha visualizado un exacerbado desarrollo de la industria textil. Actualmente esta se presenta como la segunda industria más contaminante tras la industria petrolera (Niinimäki et al., 2020), lo cual no se limita solo a lo ambiental, sino también a toda una problemática social, ejemplo de esto se presenta en el año 2013 con el derrumbe del “Rana Plaza”, fábrica textil de Bangladesh, incidente donde mueren 1.130 personas del rubro, impulsando el movimiento “Fashion revolution”.

Dentro de la producción textil se estima que, durante el año 2014, el consumo textil global fue de 73 millones de toneladas y se espera un crecimiento de alrededor del 4% anual hasta el año 2025 (Ditty, 2015). Paralelo a esto, global fashion agenda (Beall, 2020) postula que se compra alrededor de 56 millones de ropa cada año, estimándose un aumento de esta cifra en 160 millones de toneladas para el año 2050.

Según un estudio realizado en el año 2008 por Cidetexco (Pineda y Jara, 2010), alrededor de un 44% de las fibras utilizadas a nivel mundial corresponden a fibras naturales, siendo 39% de estos algodón, 39% corresponde a fibras sintéticas, 10% fibras artificiales y un 7% otras fibras.

En cuanto a los residuos textiles, Beall (2020), estipula que globalmente se producen 92 millones de toneladas, y, para el año 2030 se desechan más de 134 millones de toneladas al año. De estas cantidades, se redondea que solo se recicla entre un 16% y 20% a nivel global (Ditty, 2015; Ellen MacArthur

Foundation, 2017), por lo que el porcentaje restante termina en vertederos o es incinerado.

De esto último, se postula en esta investigación la oportunidad de tomar una parte de los residuos que no se reciclan, que poseen la capacidad de biodegradarse y que se encuentren en gran cantidad. En este caso se decidió trabajar con el algodón, el que es utilizado como materia prima para el desarrollo de un material compuesto.

## Objetivos

### Objetivo general

Proponer un material compuesto manufacturado a partir de residuos de algodón de la industria textil a través de un proceso de conformación de código abierto.

### Objetivos específicos

- Formular un método de conformación de material basado en desechos de algodón textil replicable a baja escala.
- Caracterizar el material con principales ensayos físicos, químicos y de procesamiento para su estandarización.
- Elaborar 2 líneas de propuestas de aplicación de diseño considerando sus propiedades y proceso productivo del material.



La metodología de trabajo a tratar consta de tres etapas, desplegadas en la tabla 1. La primera etapa se define como el desarrollo de diseño del material, clasificándose como etapa experimental. A su vez, esta etapa se divide en dos fases. La primera compuesta por dos actividades ligadas a la exploración del material y sus componentes; mientras que la segunda se enfoca en la bajada de información y su estandarización a un lenguaje y procesamiento común.

La etapa II engloba la caracterización del material y se

compone de la realización de diferentes ensayos principales físicos, mecánicos, de resistencia a agentes externos, trabajabilidad, teñido, moldeo y perceptuales que tienen como finalidad analizar las posibilidades del material.

Por último, la etapa III se destina al diseño de la propuesta formal, siguiendo dos líneas de trabajo: la primera enfocada en las posibilidades del material centrado en sus propiedades, mientras que la segunda se centra en sus cualidades teóricas de libre acceso y enseñanza.

<b>Metodología de trabajo</b>		
<b>Objetivo general</b>		
Proponer un material compuesto manufacturado a partir de residuos de algodón de la industria textil a través de un proceso de conformación de código abierto.		
<b>Objetivos específicos</b>		
<b>Etapa I</b>	<b>Etapa II</b>	<b>Etapa III</b>
Formular un método de conformación de material basado en desechos de algodón textil replicable a baja escala.	Caracterizar el material con principales ensayos físicos, químicos y de procesamiento para su estandarización y comprensión.	Elaborar propuestas de aplicación de diseño considerando proceso productivo y características del material por medio de prácticas <i>do it yourself</i> .
<b>Actividades</b>	<b>Actividades</b>	<b>Actividades</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir aglutinante y su porcentaje de uso.</li> <li>2. Definición de formato de fibras de algodón.</li> <li>3. Realizar pruebas de composición del material.</li> <li>4. Bajar información, estandarizar y facilitar procesos de conformado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar propiedades físico-mecánicas del material.</li> <li>2. Evaluar resistencia a agentes externos: compostaje, degradabilidad, resistencia a reactivos químicos y rayos UV.</li> <li>3. Evaluar trabajabilidad del material: teñido, mecanizado y moldeo.</li> <li>4. Evaluar propiedades perceptuales del material.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Generar propuesta conceptual de diseño.</li> <li>2. Propuesta/s formal/es de diseño.</li> <li>3. Análisis del proceso productivo.</li> <li>4. Evaluación de las propuestas generadas.</li> </ol>

Tabla 1. Resumen metodología de trabajo, elaboración propia.



# Capítulo 1: Marco Teórico

# Sustentabilidad

Durante el desarrollo de las civilizaciones, el ser humano ha generado una variedad de alteraciones en el medio ambiente producto del acelerado crecimiento demográfico y la acción desmedida de producción y consumo, los que han afectado tanto en la sobreproducción de desechos difícil de eliminar como en gastos energéticos, principalmente provenientes de energías no renovables (García, Castro, y Suarez, 2014). Esto último ha desembocado en un exacerbado deterioro ambiental que, a su vez, ha resaltado la necesidad de replantear los actuales modelos de producción para redirigirlos a un lineamiento donde se genere aprovechamiento de energía y recursos (Cervantes et al., 2009). Dentro de esta búsqueda por generar conciencia ambiental por parte de las industrias, surgen variados conceptos que ayudan y promueven su desarrollo, desde el repensar procesos, ocuparse de los residuos, búsqueda de alternativas de materiales, entre otros.

## Sostenibilidad y desarrollo sostenible.

Para comprender el concepto de la sostenibilidad, Gallopín (2003) propone su análisis desde una perspectiva sistémica, la que se compone por elementos o subsistemas que se relacionan entre sí, haciendo al sistema depender de las características de sus componentes. Con esto, la sostenibilidad tiene dos posibilidades de intervención, la primera implica el transformar y/o mejorar el sistema como tal, mientras que la segunda se enfoca en la mejora de productos o elementos que componen al sistema, ambos partiendo de la base de necesidad de cambios.

El concepto de sostenibilidad se encuentra enmarcada dentro de factores económicos, sociales y ambientales (Calvente, 2007), los que deben ser considerados de manera equiparable con la finalidad de alcanzar un sistema socioecológico total, entendiéndose como un subsistema que armonice la relación del factor humano con su entorno, ecológico, urbano o rural (Gallopín, 2003).

Para conseguir este equilibrio socioecológico, Gallopín define 3 atributos fundamentales a considerar: disponibilidad de recursos, adaptabilidad y flexibilidad en torno a cambios del ambiente, y, estabilidad, resiliencia y robustez, estas últimas relacionadas a la capacidad de mantención del sistema.

El concepto de desarrollo sostenible surge en los años setenta y hasta la fecha no se ha establecido un consenso para su definición (Calvente, 2007). Dentro de sus definiciones se encuentra la integración de los ámbitos económicos, sociales y medio ambientales, y una de sus primeras definiciones establecidas en el "Informe Brundtland" de 1987 es la de "satisfacer las necesidades de la generación presente sin

comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (WECD, 1987). En esta línea, Novo (2003) habla del desarrollo sostenible como "un proceso dinámico de construcción de un modelo" siendo este tanto el desarrollo como su producto. La autora lo define como tal debido a la falta de una definición general y al escaso conocimiento que se tiene sobre la sostenibilidad la que postula como en proceso de formulación y renovación a medida que se obtiene mayor conocimiento, principalmente de lo que más se conoce, lo no sostenible. Del mismo modo, plantea el desarrollo sostenible no solo dentro del interés de economistas, sino también de filósofos, ecólogos, entre otros, para comprender y valorizar las cualidades intangibles (valor ambiental).

La sostenibilidad y el desarrollo sostenible se utilizan a modo de marco de la investigación, se busca generar un producto enmarcado dentro de estos conceptos y sus alcances.

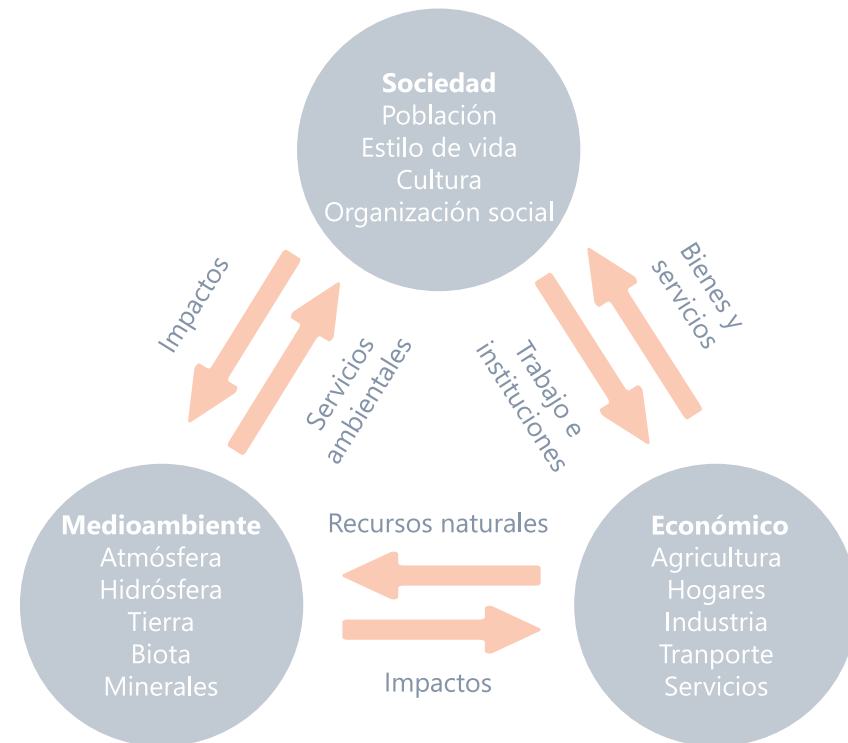


Figura 2. Relación entre agentes en sistemas socioecológicos. Rescatado de Calvente, 2007.



## Ecología industrial.

La ecología industrial es una interdisciplina que se desprende de la economía ecológica, su concepto surge a finales de 1980, abarcando los ámbitos económico, social y ambiental (Frosch y Gallopoulos, 1989). Esta disciplina busca transformar el actual modelo de la industria en un sistema similar a los ecosistemas naturales, procurando cerrar ciclos y hacer eficientes los procesos (García et al., 2014) a través de la creación de flujos entre distintas empresas, creando una red de colaboración que fomente el intercambio de subproductos en relación residuos-materia prima (García et al., 2014; Ramaswamy, 2004; Ramírez y Ortiz, 2006), esto se formula gracias a 3 conceptos previos: simbiosis industrial, sinergia de subproductos y metabolismo industrial (Cervantes et al., 2009).

La finalidad de la ecología industrial es la de “garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel: global, regional o local” (Cervantes et al., 2009, p. 4) donde García, Castro y Suarez (2014), proponen su estudio en base a 3 factores:

- Enfoque de metabolismo industrial, la relación del flujo total de materiales y energía que pasa por un proceso industrial hasta su reintegración a los ciclos biogeoquímicos propios (Carrillo, 2009)
- Enfoque ecosistémico, referente al cierre de ciclos de los materiales a través de intercambio de recursos entre industrias, para lo que es necesario contar con una diversificación de las economías locales (García et al., 2014)
- Enfoque tecnológico, referente a la desmaterialización de la economía a través de la reducción de insumos (García et al., 2014)

Como metodologías de apoyo para la ecología industrial se utilizan variadas herramientas y métodos útiles para su análisis, como: Análisis de ciclos de vida (ACV), Análisis de flujo de materia (AFM), Diagramas de flujo, Mercado de subproductos, Metabolismo industrial, Análisis económico ambiental, Producción más limpia, Ecoeficiencia y Prevención de la contaminación (P2) (Cervantes et al., 2009).

De este tema, se rescata el concepto de generar redes entre industrias, enfocado en la reutilización de residuos de la industria textil para su uso en la conformación de un material compuesto biodegradable.



Figura 3. Metas de la ecología industrial: Los tres elementos de la sustentabilidad, y las interrelaciones entre sus componentes. Recuperado de Cervantes et al., 2009.

## Economía circular

La economía circular es una filosofía basada en el concepto de “De la cuna a la cuna” (Braungart y McDonough, 2002), donde se busca cambiar el modelo lineal por uno que permita disminuir el impacto generado de manera duradera (Lett, 2014). Para esto, se busca intervenir en todos los ámbitos del proceso de producción de la industria con la finalidad de generar un sistema circular regenerativo y restaurativo (Balboa y Domínguez, 2014) a través de la intención y diseño. Ellen MacArthur Foundation (2014) lo definen como un modelo que reemplaza el fin de vida de los productos/materiales/ entre otros con la restauración, muda al uso de energías renovables, elimina el uso de químicos tóxicos y se dirige a la eliminación de desechos a través de diseños previamente pensados.

A modo de ejecución, según Ellen MacArthur Foundation (Balboa y Domínguez, 2014, p. 5) el modelo se centra en el cumplimiento de dos objetivos, siendo estos la reinserción de nutrientes biológicos por su condición de biodegradabilidad y el diseño de componentes con finalidad de ensamblaje y desmonte.

Balboa y Domínguez (2014), plantean la economía circular en base a 6 principios:

- Erradicación del sistema de basura o residuo en ámbitos alimenticios.
- La diversidad fortalece los sistemas naturales.
- Sistema de interrelaciones de elementos que componen un sistema.
- La tecnología se alquila por la empresa productora al usuario.
- Uso de energías renovables como fuente de energía.

- Coste real de productos para favorecer las industrias nacionales.

En la figura 4, se muestran 10 niveles de básicos de la economía circular (Vermeulen, Reike, y Witjes, 2018), ubicando a la presente investigación en los niveles de re manufacturar y recuperar.

<b>R0 - Refuse</b>	<b>Negar</b>
<b>R1 - Reduce</b>	<b>Reducir</b>
<b>R2 - Resell, Reuse</b>	<b>Revender, Reusar</b>
<b>R3 - Repair</b>	<b>Reparar</b>
<b>R4 - Refurbish</b>	<b>Reformar</b>
<b>R5 - Remanufacture</b>	<b>Re-manufacturar</b>
<b>R6 - Re-purpose</b>	<b>Re-propósito</b>
<b>R7 - Recycle materials</b>	<b>Reciclar materiales</b>
<b>R8 - Recover energy</b>	<b>Recuperar energía</b>
<b>R9 - Re-mine</b>	<b>Recuperación de materiales tras desecho</b>

Figura 4. Jerarquía de 10R's economía circular. Recuperado de Vermeulen, Reike, y Witjes, 2018.

## Diseño para la sustentabilidad.

A finales de los años 60 e inicios de los 70, se plantea la idea de la profesión del diseño como incidente en la creación de objetos desechables (Papanek, 1971), apoyado por datos como que el 80% de los productos son descartados tras un uso y que el 99% de materiales usados son desechados en las primeras 6 semanas (Bhamra & Lofthouse, 2007). Con esto se inicia una serie de cuestionamientos dentro de la disciplina, donde a finales de 1990 e inicios de los 2000 comienza a popularizarse el termino de diseño para la sustentabilidad.

En esta línea, en el diseño surgen dos temas similares, el diseño para la sustentabilidad y el ecodiseño, donde ambos se centran en que el proceso de diseño debe ser consciente de las limitaciones ecológicas, además de hacerse responsable y contribuir en el área medioambiental y social, estas ramas se diferencian por el nivel de materias que abarcan, siendo el diseño para la sustentabilidad más amplio (Sherwin, 2004).

Sherwin (2004) postula su entendimiento bajo 3 principios adoptados de otros autores del tema:

- El incorpora prácticas innovadoras.
- Incorporar las dimensiones éticas y socio-económicas de la sustentabilidad.
- Uso de principios ecológicos.

Por tanto, el diseño para la sustentabilidad busca insertar el concepto de sustentabilidad dentro de la disciplina del diseño, posicionando la investigación en esta área del diseño.

## Criterios de sustentabilidad


Con la finalidad de acotar y enfocar la investigación se establecen criterios de sustentabilidad basados en los 5 conceptos anteriormente mencionados. Con estos, se definen criterios de sustentabilidad divididos en 3 grupos: medioambientales, económicos y sociales. Se emplean estos con la finalidad de enfocar el proyecto en metas puntuales alcanzables, accesibles y útiles para las personas relacionadas al proyecto.

Dentro del criterio de medio ambiente se encuentran todos los aspectos ligados a generar menor impacto ambiental y dirigir el desarrollo a una economía circular con enfoque en la biodegradabilidad. Dentro de los criterios económicos se encuentran condiciones necesarias para la viabilidad futura del proyecto, tanto en el proceso como en el resultado esperado, y, por último, el criterio social hace referencia principal al acercar de manera segura el material a las personas, promoviendo a este como open source. En la tabla 2 se observan los criterios divididos en los tres ámbitos junto a una breve justificación de su implementación dentro de la investigación.

Criterios de sustentabilidad		
Ámbito	Criterio	Justificación
Medio ambiente	Biodegradable	Enfocado en la economía circular. Se busca la creación de un material natural que post uso pueda volver a la tierra sin dañarla y que no genere residuos.
	Utilización de residuos	Considerando la matriz (algodón). Se busca trabajar con residuos que terminen en vertederos o incinerados, otorgándoles un nuevo uso.  El nuevo proceso productivo del material debe generar el menor daño medioambiental posible, que su conformación no genere residuos y que no impacte negativamente en otras industrias.
	No contaminante	
Económico	Componentes accesibles	Materia prima local y de fácil obtención.
	De bajo costo	Generar la posibilidad de producto final accesible para las personas y que su conformación no implique mayor gasto.
Social	Inocuo	Tanto la producción como el material en sí no deben presentar daño para la salud de las personas.
	Open source	Generar un material disponible y estandarizado en cuanto a receta, con la finalidad de permitir su conformación a nivel domiciliario.
	Upcycling/suprareciclaje	Aumentar el valor del residuo original.
	Local	Tanto la materia prima como la manufactura deben poder conseguirse y realizarse dentro del territorio nacional sin implicar transportes extra.

Ámbito	Criterio	Justificación
--------	----------	---------------

Tabla 2. Criterios de sustentabilidad, elaboración propia en base a sostenibilidad y desarrollo sostenible, ecología industrial, economía circular y diseño para la sustentabilidad. Elaboración propia.



“La moda se ha convertido en una novedad y la comercialización y marketing de la moda está conduciendo a un sobreconsumo y materialismo – conservar nuestra ropa y cuidarla ya no está de moda”<sup>1</sup>.  
(Cobbing y Vicaire, 2016)

## La industria textil.

<sup>1</sup> Traducción propia

Fuente: <https://fashionunited.mx/>

## Inicios y evolución al mercado actual.

### I. Inicios de la industria

La industria textil es una de las industrias más antiguas del mundo debido a la necesidad natural de las personas de cubrirse y abrigarse en respuesta a las condiciones medioambientales, a medida que la sociedad se estructura en civilizaciones complejas, su uso fue mutando, otorgando otros significados como prestigio y jerarquía. Del mismo modo, con el paso del tiempo el vestir se transforma en “moda”, entendiéndose como cambio constante con finalidad estética y de integración social sin perder la identificación de nivel de poder característica de la industria (Rivière, 1977).

### II. Democratización de la industria, moda rápida.

La industria textil como tal, ha estado bajo constantes modificaciones en su línea de trabajo, siendo alrededor del año 1980 donde se populariza el concepto de democratizar la moda, resultando una aceleración de producción que a su vez provoca sobreconsumo, disminución de calidad, disminución de uso de prendas, precarización de condiciones laborales, entre otros, fenómeno denominado como moda rápida o fast fashion, concepto basado en el consumo reiterado y la compra impulsiva, generando sensación de urgencia en las y los consumidores. Este modelo de industria ha influenciado en como las personas perciben y consumen la ropa, durante los años 2000 y 2015 la producción de prendas a nivel mundial aumentó en un 50% (Ellen MacArthur Foundation, 2017), estimándose un aumento de 60% en el promedio de compra por parte de las personas, donde al mismo tiempo, estas se conservan por la mitad de tiempo en comparación a hace 15 años (Remy, Speelman, & Swartz, 2016). En Chile, el consumo



per cápita ha aumentado a 73% en los últimos 10 años. Según cifras de Riedeman (2015), si en el año 2003 cada habitante adquiere un promedio de 15 prendas anuales, en el 2013 la cifra aumenta a 26.

El crecimiento del modelo de la moda rápida, ha sido tal que las marcas en la actualidad producen casi el doble de colecciones en comparación a los inicios del modelo productivo, esto se evidencia con mayor claridad a partir del año 2000 con el gran crecimiento de marcas como H&M y Zara, conocidas por su enfoque en la moda rápida (Cobbing & Vicaire, 2016). En este contexto, se estima un crecimiento anual en la producción de colecciones de un 2%, pronosticándose el consumo global de textiles para el año 2030 en 102 millones de toneladas (Niinimäki et al., 2020).

### III. Impacto ambiental

Actualmente, esta industria es catalogada como la segunda más contaminante a nivel global, viéndose reflejado en los diferentes contaminantes producidos en su proceso productivo. Se estima que la industria produce un 10% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, se posiciona como la segunda industria de mayor consumo de agua, responsable del 20% de la polución de agua industrial (proveniente de tratamientos textiles y teñido), compone el 35% de polución de micro plásticos del océano y, produce alrededor de 92 millones de toneladas anuales de residuos textiles, donde la gran mayoría termina en vertederos o es incinerada (Niinimäki et al., 2020). Por otra parte, la industria textil se destaca por ser una de las áreas más influyentes tanto económica como social, abarcando creación de tendencias, actitudes, creencias, identidad y cultura (Ditty, 2015). En consecuencia, la industria de la producción de prendas se posiciona como la tercer mayor industria a nivel mundial.

## Categorización de textiles según origen.

Se pueden diferenciar dos tipos de textiles dependiendo del origen de la materia prima a utilizar, donde se encuentran naturales y manufacturados.

Dentro de la primera categoría se encuentran todos aquellos textiles conformados por fibras naturales, en las que se encuentran 3 grupos: vegetal, animal y mineral. Por otra parte, las fibras manufacturadas son aquellas conformadas por el ser humano, un porcentaje de este o su totalidad y puede dividirse en dos categorías: artificiales y sintéticas (Tabla 3).

Tipos de fibras según origen		
Fibras naturales		
De origen animal	Ovinos	Lana (merino, corriedale, lincoln, criolla, etc.)
	Pelos finos	Caprinos, camélidos, leporidos
	Seda	Bombix, mori, tussah.
De origen vegetal	Fruto	Algodón, coco, kapoc.
	Tallos	Lino, yute, cáñamo, ramio
	Hoja	Sisal, formio, abaá, chaguar
Fibras Manufacturadas		
De origen animal	Proteína de soja	
	PLA de maíz	
	De celulosa	Rayón
		Viscosa
	De celulosa regenerada	Modal
		Acetato de celulosa
	Triacetato de celulosa	
Sintéticas	Monocomponentes	Poliámidas.
		Poliéster
	Bicomponentes	Acrílicas
		Modacrílicas
	Microfibras	Elastoméricas
		Aramídicas

Tabla 3. Tipos de fibras. Recuperada de: <http://reciclario.com.ar/indice/textiles/>

Dentro de la amplia gama de productos existentes en la industria textil, el impacto ambiental generado por estos va a depender de la fibra utilizada, el tipo de tejido y sus acabados. En la tabla 4 se observa una comparación entre 6 tipos de textiles diferentes, donde se analizan bajo 4 parámetros, producción de fibra, consumo energético, consumo de agua dulce y emisiones de CO2 (Niinimäki et al., 2020).

En esta imagen, se visualiza el exacerbado uso de agua proveniente de la producción de algodón, seguido por la producción de lana superándola en un 294%.

<b>Impactos ambientales generados por algunas fibras textil.</b>				
	Producción de fibra (millones de toneladas)	Consumo de energía (kWh por kilo de fibra)	Consumo de agua dulce (litros por kilo)	Emisiones de CO2 (kg por kg de fibra)
Algodón	27	48	1.559	2,2
Poliéster	54	108	21	3,3
Celulósicas no algodón	7	85	92	3,3
Poliamidas	6,1	160	40	8,3
Lana	1,2	120	530	17
Cáñamo	0,09	22	89	3,1

Tabla 4. Diferencias de impactos generados por 6 textiles diferentes.

Fuente: Niinimäki et al., 2020.

## Residuos textiles y fin de vida de prendas.

Se encuentran dos grandes categorías en torno a los residuos textiles que se enmarcan dentro de los escenarios de posibilidades de uso. Por orden productivo se encuentra: pre consumo y post consumo.

Los residuos pre consumo son todos aquellos residuos resultantes del proceso de creación de prendas y/o elementos textiles, estos son principalmente hilos y despuntes de tela del proceso de moldaje, mientras que los de post consumo, también llamados residuos domiciliarios, son elementos textiles provenientes de su uso, siendo comúnmente encontradas como prendas en desuso.

Los residuos de pre consumo son considerado por Cooklin (Rissanen, 2013) como un problema económico, y que debiese ser considerado un problema ambiental y ético para el/la diseñador/a, por esto, se desarrolla la política del zero-waste como respuesta a la eliminación de todos los residuos del proceso de producción de una prenda, dentro del cual se estima que el 50% de su valor monetario se encuentra ligado al costo del textil usado contemplando los desechos de este (Rissanen, 2013).

Para la presente investigación se trabajó con residuos textiles de post consumo debido a las condiciones globales acontecidas, en la que se imposibilita el retiro de material en recintos donde se produce gran cantidad de residuos de estos, principalmente empresas de confección de vestuario e indumentaria.

## Reciclaje textil: sus posibilidades.

Existen diferentes posibilidades de reciclaje textil dependiendo del residuo a tratar. Dentro de los residuos generados dentro de la misma industria textil, pre consumo, existen tres métodos más usados: rehilado, reconformado y triturado para relleno (Generación Vitnik, 2018). El proceso de rehilado se lleva a cabo gracias a desechos largos de hilo para la reconformación de material (Mejia-Azcarate, 2014), por otra parte, se trituran restos de algodón para la creación de "algodón reciclado" y con el poliéster se crea fieltro, y, por último, se trituran diferentes tipos de textiles para la generación de relleno, trapos y/o huaipe.

Los residuos generados por post consumo son reciclados mediante dos principales métodos, las prendas que se encuentran en buenas condiciones son reutilizadas, ya sea por medio de la compraventa de estos o por donaciones a fundaciones, hogares, entre otros, mientras que las prendas que no se encuentran en condiciones de reusarse pueden ser trituradas para convertirse, al igual que residuos de la industria, en relleno, trapos y/o huaipe.

En Chile, actualmente existe solo una empresa recicladora de textiles, Ecocitex, formada a finales del año 2019. Dentro de sus productos se encuentran hilos y rellenos, además de venta de prendas en buen estado (González, 2020).

A nivel nacional, durante los últimos años se han desarrollado diferentes plataformas de reutilización de ropa, principalmente debido al conocimiento que se tiene sobre el daño de la industria textil, el cambio climático y las consecuencias del fast fashion.

En la tabla 5 se presentan algunas de las diferentes

plataformas de reciclaje textil a nivel nacional, dentro de la que se analizan 4 medios con diversos servicios en respuesta a la problemática de residuos textiles de post consumo, estos se escogen con la finalidad de mostrar la variabilidad de posibilidades en programas enfocados en el re-uso de prendas.

Plataformas de reciclaje textil a nivel nacional			
Programa	Años de actividad	Servicio	Descripción
<b>Reparalab</b>	2019 - Actualidad	Reparación de ropa, zapatillas y objetos electrónicos	Inician sus actividades a inicios del año 2019 en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente y tiendas Paris
<b>The ropantic show</b>	2011 Barcelona 2013 - Actualidad Chile	Intercambio de ropa	Catalogan las prendas y se cambian por fichas canjeables dentro del espacio
<b>Ecocitex</b>	2019 - Actualidad	Hilos, rellenos y venta de prendas de segunda mano	Única empresa en Chile de reciclaje textil
<b>Ropa x ropa</b>	2013 - Actualidad	Descuento en tiendas Paris por la donación de prendas	Llevada a cabo por tienda Paris en asociación con la empresa I:CO

Tabla 5. Plataformas de reciclaje textil a nivel nacional. Elaboración propia basada en campañas de las diferentes empresas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Reparalab <http://www.modulab.cl/> - The ropantic show <http://ropantic.com/es/> - Ecocitex: <https://www.instagram.com/ecocitex> - Ropa x ropa <https://www.paris.cl/ayuda/ropa-por-ropa.html>

En Chile, se estima que el 58% de los residuos municipales corresponden a residuos orgánicos de los cuales se aprovecha menos del 1% (MMA, 2020), el resto termina en vertederos o son incinerados generando gases de efecto invernadero. En este contexto se presentan los textiles de origen natural, donde si bien la reutilización de textiles y su reciclaje se presentan como alternativas viables y de aporte a la reducción de impacto medioambiental en contraste con la incineración y su desecho en vertederos, existen contextos donde estos no generan los suficientes beneficios, principalmente debido a procesos no completamente limpios o significativos (Sandin & Peters, 2018).

## Algodón, problemáticas y principales características.

El algodón es una fibra natural celulósica que utiliza el segundo lugar en las fibras de mayor uso a nivel mundial y primer lugar en relación a fibras naturales, con una producción anual aproximada de 25 millones de toneladas, para la cual se utilizan alrededor del 10% de pesticidas, 25% de insecticidas y 2,5% del agua a nivel mundial (Koszewska, 2018).

Existe una amplia variedad de telas de algodón, las que se diferencian por la forma en que se encuentra el tejido, los acabados que se le den, su gramaje, entre otros. Dentro de sus procesos de conformación se utilizan diferentes tintes que van a depender del tipo de algodón que se esté procesando.

## Degradación de fibras de algodón.

Las fibras, en general, se ven afectadas por diversas condiciones medioambientales, siendo principalmente los rayos UV, humedad, temperatura y suciedad (polvo y polución) (Espinoza & Grüzmacher, 2002), en el caso del algodón, al ser una fibra de origen natural, cede con mayor facilidad ante estas condiciones.

Se pueden diferenciar tres tipos de deterioro: físico o mecánico, químico y biológico. El primero hace referencia a la modificación del comportamiento del material sin dañar sus propiedades químicas, el deterioro químico hace referencia a reacciones químicas que cambian su estructura molecular, y las biológicas a la acción de microorganismos y/o bacterias.

Por otra parte, se encuentran factores de degradación de la fibra, donde se encuentran: Reacciones fotoquímicas, humedad, temperatura y procesos de manufactura presentadas en la tabla 6.



<b>Factores de degradación de fibras textiles</b>		
<b>Factores de degradación de fibras</b>	<b>Consecuencia</b>	<b>Otras características</b>
<b>Reacciones fotoquímicas (rayos UV)</b>	Rompen las cadenas moleculares acelerando el envejecimiento de textiles. El oxígeno y la humedad aportan en esta área	Los grados de deterioro se basan en la exposición e intensidad
<b>Humedad</b>	La absorción causa expansión de las fibras, mientras que su pérdida las contrae, pudiendo provocar pérdida de elasticidad, flexibilidad y resistencia a la tensión	De mayor incidencia en el deterioro textil
<b>Altas temperaturas</b>	Producen resecamiento y fibras quebradizas	La conservación textil se debe realizar en lugares entre los 18°C y 21°C
<b>Procesos de manufactura</b>	Algunos acabados interfieren en la composición química de las fibras haciéndolas más propensas a deterioro	
<b>Degradación de textiles</b>		
<b>Polvo y polución</b>	Pueden producir desintegración, alteración de colores o corrosión	Puede también influir el ácido sulfúrico
<b>Biológicos</b>	Debilitan y/o destruyen piezas textiles	Estos son principalmente: microorganismos, polillas y otros insectos

Tabla 6. Factores de degradación de las fibras. Elaboración propia basada en "Manual de conservación preventiva de textiles" (2002).

En relación a la biodegradabilidad del algodón, un estudio realizado por Li, Frey y Browning (2010) muestra el caso de un elemento de jersey de algodón, donde se estudia el proceso de degradación en un medio aeróbico en suelo natural en un periodo de 12 semanas bajo 2 distintos parámetros, ASTM D5988-03 "Prueba de biodegradabilidad aeróbica" y

composta en montículos, mientras que un estudio realizado por Cottonworks (2019) muestra la biodegradabilidad del algodón de dos tipos: suavizado y blanqueado, y, suavizado y teñido negro bajo la norma ASTM D6400 "Prueba de producto compostable" (tabla 7).

<b>Degradabilidad del algodón, jersey</b>					
		<b>Algodón blanqueado</b>	<b>Algodón resinado</b>	<b>Algodón suavizado</b>	<b>Algodón teñido negro y suavizado</b>
		Algodón tratado químicamente por procedimiento de oxidación para eliminar colorantes	Tipo de acabado	Tipo de acabado	Tinte + acabado
<b>Biodegradabilidad del algodón</b>					
<b>ASTM D5988-03 Prueba de biodegradabilidad aeróbica (90 días)</b>	<b>% Convertido a CO2</b>	Entre 20% - 25%	Entre 25% - 30%	Entre 15% - 20%	-
<b>Composta en montículos (90 días)</b>	<b>% Pérdida de peso</b>	Entre 50% - 60%	Entre 70% - 80%	50%	-
<b>ASTM D6400 Prueba de producto compostable</b>	<b>% Pérdida de peso</b>	0%		-	0%
	Semana 0				
	Semana 6	51%		-	30%
	Semana 12	89%		-	70%

Tabla 7. Degradabilidad del algodón. Elaboración propia basada en estudio de Lili et al., 2010 y Cottonworks, 2019.

Por otra parte, un estudio realizado por Cotton Incorporated y The Cotton Research en conjunto con la Universidad de Carolina del Norte (Cottonworks, 2019), estudia la biodegradabilidad de algodón en aguas residuales, obteniéndose que tras 243 días el algodón se desintegra en un 73%, con posibilidades de continuar su proceso de degradación, en la figura 5 a la izquierda, se puede observar el material inicial del estudio y a la derecha el resultado obtenido tras los 243 días de duración de este.



Figura 5. Materiales de estudio, izquierda material pre estudio, derecha material post estudio. Fuente: Biodegradability of cotton, 2019.

Ambos estudios comprueban la degradabilidad del algodón en distintos medios, rescatándose la rápida degradación presentada. Se destaca la eficiencia del compostaje del primer estudio al igual que el segundo ensayo, intuyéndose una mayor eficacia de degradación al disponer de un medio externo en el que se encuentre inmerso el material.

## Ciclo de vida del algodón.

En el año 2016, Cotton Works realiza un estudio de acercamiento al ciclo de vida de prendas de algodón, donde se analiza en 3 fases, producción de la fibra de algodón, manufactura de prendas y fibras de algodón, y, uso por parte de consumidores y consumidoras. En la primera fase se analiza el promedio de producción de los 3 principales países productores<sup>1</sup> y exportadores<sup>2</sup> durante los años 2012 y 2014, los cuales representan el 67% del algodón producido a nivel mundial. La segunda fase se compone principalmente por sectores de Asia y América Latina, donde en el año 2014 se fabricó el 85% de la producción de tejido de punto y el 59% de la fabricación de tejido de tela plana, y, la última fase se compone por literatura y encuestas, realizadas a un universo conformado por al menos 1.000 personas de Estados Unidos, China, Japón, Italia, Alemania y Reino Unido.



Figura 6. Ciclo de vida de una prenda de algodón. Fuente: Cotton incorporated, 2016.

<sup>1</sup> Estados Unidos, China e India.

<sup>2</sup> Australia, Estados Unidos e India.

Estas 3 fases se analizan dentro de 14 categorías de impacto, identificándose la fase de manufactura textil como la de mayor impacto dentro del ciclo de vida. Las fuentes de mayor impacto potencial son las emisiones por aguas residuales, energía utilizada en conformación de textiles e hilos y la producción previa de energía y procesos químicos. La fase agrícola tiene gran impacto en el potencial de eutrofización<sup>1</sup> y el consumo de agua azul<sup>2</sup>, además, la producción y uso de fertilizantes de nitrógeno y el uso de agua de riego se presentan como mayores contribuyentes del área. Y, por último, se destaca la similitud existente en la fase de uso y fabricación textil, principalmente por las variables de lavado, eliminación, uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero generados; cabe destacar que la fase de consumo varía dependiendo de la calidad de las prendas producidas, donde a mayor calidad de la prenda menor será su impacto.

Este estudio se utiliza como base para la investigación, la cual se compone por 3 ciclos de vida visualizados en la figura 7:

- El primero relacionado a las prendas como tal (el presente capítulo)
- El segundo a la conformación del material manufacturado.
- Y, el tercero al producto final propuesto a partir del material desarrollado.

Donde en cada ciclo se deben considerar los elementos de entrada y salida.

<sup>1</sup> Enriquecimiento excesivo de nutrientes en el agua.

<sup>2</sup> Volumen de agua dulce consumida proveniente de aguas superficiales y subterráneas.

### Ciclos de vida del proyecto



Figura 7. Ciclos de vida del proyecto. Elaboración propia.

Este capítulo se presenta como fundamental para la investigación, ya que se confirma la degradabilidad completa - o relativa - de la fibra en situaciones controladas, significando su inserción en un medio óptimo para su descomposición. Por otra parte, la consideración de presentarse 3 tipos de ciclos de vida se ve fundamental, ya que, si bien se alarga el ciclo de vida de las prendas a través de un proceso de suprareciclaje, se ven comprometidos otros sectores ligados a los procesos productivos de los productos/materiales, desembocando en la consideración de requisitos y requerimientos al momento de trabajar los diferentes pasos de la investigación.



“Los diseñadores/as son activistas de las prácticas DIY al lidiar con interacciones humanas. Estas interacciones intentan construir una nueva serie de sistemas socio-éticos”.  
Ayala-García, 2019.

## Materiales compuestos biobasados.

Los materiales compuestos biobasados hacen referencia a materiales conformados por dos partes, ambas provenientes de materias primas de fuentes renovables. Sus partes se complementan de forma matriz-fibra/partícula.

### Nuevas materialidades, biopolímeros.

Durante los años 1980, se comienza a considerar los materiales a base de petróleo como un residuo y por ende un problema, iniciando las primeras investigaciones en torno a bioplásticos por parte de profesionales de las áreas químicas y biólogas, donde a finales de 1980 e inicios de 1990 se crean y comercializan los primeros bioplásticos intencionados (DiGregorio, 2009).

Actualmente existe una amplia variedad de tipos de biopolímeros, encontrándose 3 tipos principales (figura 8). Los biopolímeros más conocidos son polisacáridos y proteínas, donde en la figura 9 se presentan 3 tipologías de polímeros naturales.



Figura 8. Tipos de biopolímeros, Fuente: European Bioplastics, 2018.

### Clasificación de polímeros de de agro-recursos



Figura 9. Clasificación de polímeros de agro-recursos. Fuente: Palan et al., 2018.

Dentro de las principales características de los biopolímeros se encuentra el uso de recursos renovables, lo que incrementa el uso eficiente de recursos, reducción en la huella de carbono y emisiones de gas de efecto invernadero de materiales y productos, y, se genera ahorro de recursos fósiles (European Bioplastics, 2018). Por otra parte, sus principales contras se encuentran en su elevado costo productivo y sus propiedades inferiores en contraste con los polímeros comunes, viéndose frecuentemente la obligación de modificar su composición para entrar en las expectativas del mercado (Imre y Pukánszky, 2013).

En el año 2009, Shen, Haufe, y Patel realizan un reporte en torno a la proyección del mercado de biopolímeros a nivel global según empresas del rubro, en este se establece una proyección del mercado emergente de biopolímeros, incrementándose de 0,36 Mt del año 2007 a 3,45 Mt en el año 2020, creciendo alrededor de un 19% anual. En el gráfico de la figura 10 se visualizan las capacidades de los diferentes tipos de biopolímeros esperados para el año 2020.

### Proyección de producción de biopolímeros para el año 2020

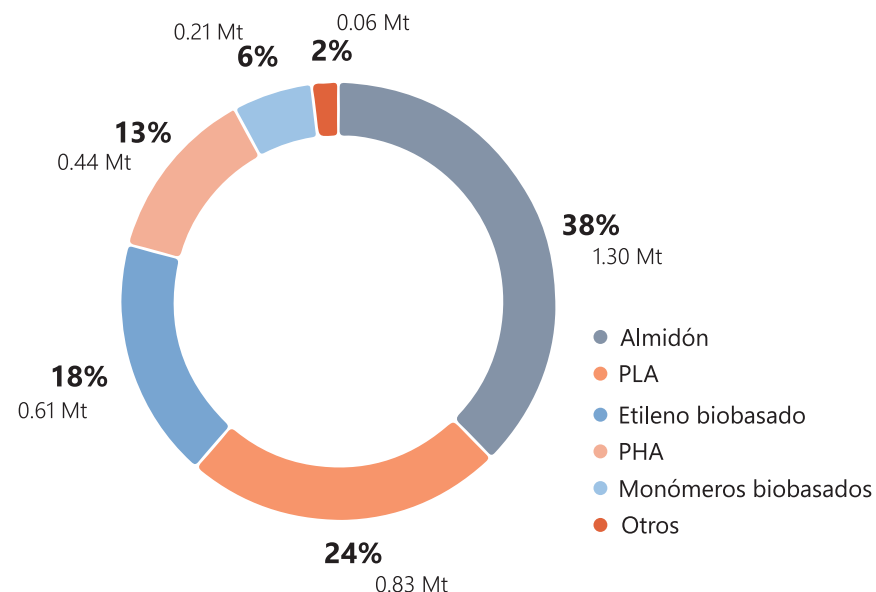


Figura 10. Gráfico de proyección de tipos de biopolímeros más importantes para el año 2020. Fuente: Shen et al., 2009.

El mayor crecimiento proyectado se le adjudica al almidón, existiendo su posibilidad en biopolímeros biodegradables y no biodegradables, 60% y 40% correspondientemente; esto se debe principalmente al mayor conocimiento y manejo que se tiene de este recurso a modo de biopolímero, además de su alta disponibilidad. Actualmente, alrededor del 50% de los biopolímeros comercializados se componen en base a almidón (Marichelvam, Jawaaid, y Asim, 2019).

## Almidón, polímero natural.

El almidón es un polisacárido de origen natural que puede encontrarse en dos tipos de plantas: cereales y tubérculos, donde a nivel global, la mayor cantidad de almidón producida proviene del maíz (Gadhavé, Das, Mahanwar, y Gadekar, 2018). El almidón se constituye por dos polímeros: amilosa y amilopectina, encontrándose entre un 25%-30% y 70% a 75% respectivamente, variando según el organismo de origen. Para esta investigación se utiliza almidón de maíz, maicena, compuesto por 28% de amilosa y 72% de amilopectina (Marichelvam et al., 2019).

Los primeros usos del almidón se remontan a los años 3500 - 4000 AC, utilizado como adhesivo de papiros, actualmente se utiliza en comidas, industria minería, adhesivos, papelería y otros basados en modificaciones del almidón, como modificaciones con ácido, oxidación y tratamientos térmicos.

Su principal característica es su capacidad de gelatinización debido a su característica de hidrocoloide. Este proceso se lleva a cabo al hidratar al almidón y exponerlo a un aumento de temperatura entre 50°C y 70°C (Coulter, 1984), causando ruptura en el orden de las moléculas produciendo lixiviación<sup>1</sup> de amilosa, generando aumento de su viscosidad. Tras esto, se pasa a un proceso de retrogradación, que significa un reordenamiento de moléculas correspondiente al enfriamiento del almidón, transformándose en insoluble.

---

<sup>1</sup> Expulsión irreversible de moléculas de amilosa.

## Materiales DIY.

Durante los últimos años se ha evidenciado un amplio crecimiento en el desarrollo de nuevos materiales emergentes de sectores no tradicionales a los inscritos en el universo de materiales STEM, incentivados principalmente por la amplia cantidad de información y estudios ligados al tema, dentro de esta rama se pueden encontrar los materiales Do it yourself -DIY, hazlo tú mismo/a.

La tipología de materiales DIY converge de la artesanía, apoyada por la democratización de tecnologías y la combinación de prácticas manuales (Rognoli et al., 2015; Tanenbaum, Desjardins, Williams, y Tanenbaum, 2013). Rognoli y Ayala (2018) los definen como materiales desarrollados mediante técnicas de producción propia -individual o colectiva- usando baja tecnología, materiales sencillos y accesibles, con un lenguaje estético que evoca a las manualidades. Esta propuesta de materiales puede ser tanto materiales completamente nuevos como diferentes versiones de materiales ya existentes. Este proceso de auto producción de materiales proporciona nuevas formas que entregan mayor autonomía e independencia al momento de producir. Del mismo modo, Rognoli, Bianchini, Maffei y Karana (2015) plantean a los materiales DIY como propuestas de nuevas estéticas, cuyas expresiones se centran en lo imperfecto como medio de expresión de la realidad del día a día, evidenciando el trabajo manual de las personas tras los materiales; y, por otra parte, destacan la unión del diseño, ciencia y tecnología dentro de los proyectos.

Durante los últimos años se han generado gran cantidad de librerías de materiales orientadas a dos tipos, educacionales y enfocadas en negocios. Las educacionales son espacios de inspiración, enseñanza y conexión, mientras que las de

negocios se enfocan en la mediación de información del mercado disponible (Ayala-García, 2019).

Ayala-García (2019), en su estudio realizado para entender el fenómeno de los materiales DIY, los clasifica en 5 reinos basados en la naturaleza de sus componentes, siendo estos: *vegetabile*, *animale*, *lapideum*, *recuperavit* y *mutantis*, detallados en la tabla 8, esta categorización se adopta con

la finalidad de destacar la diferencia estética existente entre los materiales DIY y los STEM, valorizando el origen de la fuente primaria.

Categorización de materiales DIY según materia prima	
Clasificación	Descripción
<i>Vegetabile</i>	Considera materiales de fuentes primarias derivadas de plantas y hongos. Visualmente no se es posible reconocer componentes principales y presentan superficies irregulares, "la degradabilidad inherente del material siempre está presente".
<i>Animale</i>	Abarca materiales conformados en base a fuentes derivadas de animales y bacterias. Visualmente demuestran maleabilidad y flexilidad, se perciben como elegantes y exclusivos.
<i>Lapideum</i>	Materiales donde su fuente principal son minerales, pudiendo encontrarse mezclas con otros reinos, primando la fuente mineral. Visualmente se aprecia su origen natural con bajo nivel de irregularidad, presentan rastros de uso de maquinarias (por la naturaleza de su conformado).
<i>Recuperavit</i>	Materiales conformados a partir de elementos en desuso o considerados residuos. Su visualidad depende en gran medida de su material de origen, imposibilitando una característica visual generalizada.
<i>Mutantis</i>	Materiales creados a partir de mezclas tecnológicas e hibridación de fuentes industriales, interactivas o inteligentes. Visualmente se percibe cierta capacidad a responder a estímulos e invitan a interacciones específicas.

Tabla 8. Clasificación de materiales DIY según materia prima. Elaboración propia en base a "The materials generation", Ayala-García 2019.



## Activismo y política material ligado a los materiales DIY.

Dentro del universo de los materiales de conformación propia, existe una rama que nace con la mera finalidad de ser una declaración por parte de su o sus creadores o creadoras (Ayala-García, 2019), demostrando el descontento de estos y estas con la uniformidad y monotonía de los materiales existentes, presentando al activismo material como alternativa al consumo de masas y transformándose en representantes de la democratización de innovación a través del compartir conocimientos. Dentro de esta rama, surge el concepto de activismo material a modo de protesta frente a los procesos cerrados de desarrollo de materiales propio de los materiales STEM (Rognoli y Ayala-García, 2018).

El concepto "*material activism*" – activismo material- fue utilizado por primera vez por Miriam Ribul en el año 2014 (Ayala-García, 2019), con este busca generar una exploración en torno al acercamiento a la democratización de producción a través de tecnologías de baja escala con la finalidad de desarrollar una variación de modelos para el reemplazo de procesos de manufactura tradicional, el que es llevado a cabo mediante prácticas de DIY (Ribul, 2014).

Del mismo modo, Tanenbaum et al. (2013) presentan las practicas DIY como resistencias no violentas frente a las estructuras hegemónicas de producción en masa del mercado actual, y posicionan las practicas DIY como una revolución inofensiva, con la capacidad de llegar a personas consideradas no políticamente activas. Esta característica de "inofensiva" se refleja en su visión de creación bajo una mirada exploratoria, relacionada al juego, combinada con un compromiso de resistencia crítica, basado en la importancia

de la relación funcionalidad-estética propia de los materiales.

En esta línea, se presentan movimientos como la cultura *maker*, donde se trabaja en base a la democratización de las industrias, planteándose el otorgar mayor poder a las personas tanto para producir como para encontrar y compartir. Estos procesos no se presentan como meras herramientas y procesos, diferenciándose del movimiento DIY por su enfoque, mientras que la cultura *do it yourself* se enfoca en el producto como tal, la cultura *maker* se centra en el proceso de creación mismo, en la creación de experiencias que este trae, el aprendizaje y conocimiento adquirido y compartido, definiéndose por Anderson (2012) como un acto revolucionario, una declaración política.

## Estado del arte de materiales DIY con uso de textiles.

En esta etapa se presentan 4 materiales conformados a partir de reciclaje de fibras textiles, con estos se busca demostrar la variabilidad de posibilidades a partir de la misma materia prima, pudiendo encontrándose proyectos muy distintos dependiendo del enfoque, aglomerante, proceso productivo, entre otros.

### Demodé, Bernardita Marambio<sup>1</sup>.

Creado en el año 2010 como proyecto de título de diseño industrial de la Universidad Diego Portales. Es un material conformado a partir de residuos textiles con un adhesivo a base de almidón, se caracteriza por poseer una alta resistencia, ser auto extingüible, poseer resistencia al impacto y de fácil mecanizado (Figura 11).

### Marbile, Ioanna Oikonomou, Yudan Yang, Marta Ziminska, Marina Psimikaki<sup>2</sup>.

Material creado a partir de algodón textil y adhesivo a base de almidón de papa. Se caracteriza por su suavidad y flexibilidad moderada. Las creadoras destacan su estética similar a una piedra, mármol, en contraste a su suavidad. *"The material could be as precious as any stone but made sustainably"* (Figura 12).



Figura 11. Demodé. Fuente: <https://www.bernarditamarambio.cl/Demode>



Figura 12. Marbile. Fuente: Biblioteca material, [www.diymaterials.it](http://www.diymaterials.it)

<sup>1</sup> <https://www.bernarditamarambio.cl/Demode>

<sup>2</sup> <http://www.diymaterials.it/marbile/>

### Filt, fibras libres transformadas, Opentextiles<sup>1</sup>.

Proyecto enmarcado en un Proyecto FONDART. Se busca la reconfiguración textil a través del reciclaje de fibras, resultando un fieltro. Dentro de este proyecto se planteó la creación de 2 herramientas de uso liberado para su conformación (Figura 13).

### Re-valoración de productos de mezclilla. Mezclilla-PMMA<sup>2</sup>(Gómez, González, Herrera-Lugo, & Rossa)<sup>3</sup>.

Material compuesto basado en residuos textiles de mezclilla con aglomerante PMMA. Proyecto en conjunto a empresa de confección textil y estudiantes de licenciatura de la Universidad de Guadalajara. Se conforma un material laminado de 3 mm de espesor con superficies lisas (figura 14).

De estos 4 proyectos se desprende la viabilidad ligada a la conformación de un material compuesto en base a residuos textiles con aglomerantes de diferentes orígenes (natural y sintéticos), además de rescatar la diversidad de propuestas y usos de los materiales conformados.

Por otra parte, de estos proyectos se destaca la variedad de formas en cómo se postulan y cómo se abrazan los residuos (origen, formato y proceso productivo), asimismo, los variados resultados obtenidos, pudiendo identificarse propuestas ligadas al ámbito textil, polímeros y tableros.

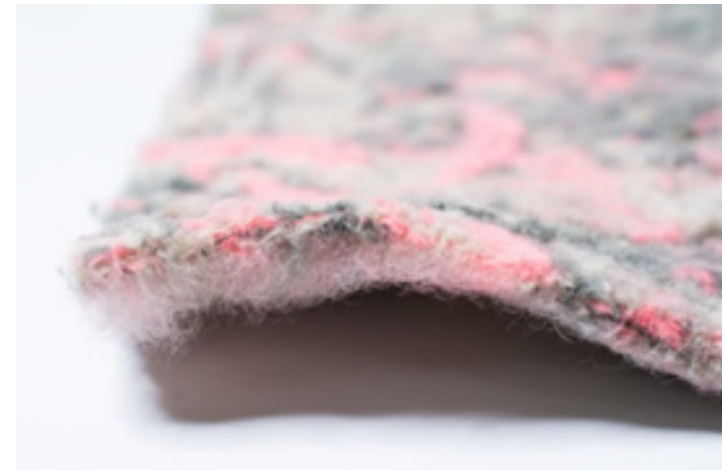


Figura 13. Filt, fibras libres transformables. Fuente: <https://www.instagram.com/opentextiles/?hl=es-la>



Figura 14. Material compuesto en base a mezclilla y PMMA. Fuente: Gómez et al., 2017.

<sup>1</sup> <https://filt.cl/>

<sup>2</sup> Polimetilmetacrílico, polímero termoplástico.

<sup>3</sup> Gómez et al., 2017; Gómez, González, y Rossa, 2019.

“El poder real de esta revolución son sus efectos de democratización. Ahora, casi cualquier persona puede hacer. Ahora, con las herramientas disponibles en los *makerspaces* cualquiera puede cambiar el mundo”.  
Hatch, 2014.

## Cultura maker.

Durante los últimos 15 años ha estado en desarrollo un fenómeno cultural denominado como cultura o movimiento maker, el cual se ha visto fuertemente influenciado por el uso y la democratización de la tecnología sumado al desarrollo del movimiento DIY. El concepto “maker” surge en el año 2005, impulsado por la revista “Make Magazine” y las posteriores *make faires* (Martin, 2015), que unen a un amplio grupo de personas, tanto online como físicamente, permitiendo a estos espacios crear un amplio flujo de ideas y conocimientos. Dentro de la cultura maker se pueden identificar 3 componentes: making, makerspaces y makers (figura 15).



Figura 15. Componentes cultura maker. Elaboración propia.

El movimiento maker surge en parte por la necesidad de las personas de involucrarse con los objetos más allá de ser meramente consumidores y consumidoras (Dougherty, 2012a) y hace referencia a un rango de personas en asenso que trabajan bajo producción creativa de artefactos en su vida diaria, y que, al mismo tiempo, buscan compartir sus procesos y productos con otros/as (Rosenfeld & Sheridan, 2014). Este movimiento surge gracias a la combinación de la manufactura digital y personal, adoptada por Anderson (2012) como la tercera revolución industrial. Sus bases se remontan al desarrollo de la era del conocimiento, la cual ha otorgado



las herramientas básicas necesarias para su progreso.

Dentro de su teoría, se destaca la visión de este fenómeno de tres autores Anderson, Hatch y Dougherty. Anderson (2012) lo define como una nueva revolución industrial basada en 3 principios:

- 1) Uso de herramientas digitales,
- 2) Compartir y colaborar en comunidades online, y,
- 3) El uso de diseños estandarizados que ayudan y facilitan el punto anterior.

En el año 2014, Hatch propone un manifiesto maker basado en 9 puntos: hacer, compartir, aprender, proporcionar acceso a herramientas correctas, jugar, participar, apoyar y cambiar. Y, por último, Dougherty lo describe como una acción intrínseca de las personas, siendo un movimiento que depende de las personas, de sus identidades y prácticas, definiéndolas como “amateurs entusiastas que aman lo que hacen” (Dougherty, 2011). Estos tres autores enfatizan en que la importancia del movimiento radica en la democratización a través de hardwares accesibles, acceso fácil a la fabricación digital y el compartir softwares y diseños (Rosenfeld & Sheridan, 2014).

## Espacios de creación y formación.

Como se presenta anteriormente, la gran importancia de este movimiento radica en el crear comunidades de aprendizaje, los cuales pueden ser online (foros, revistas, etc.) y/o físicos (fablabs, makerspaces, etc.), que permiten un flujo activo de conocimiento entre personas provenientes de diferentes áreas y edades, donde se destaca la importancia de crear objetos físicos en referencia a la idea del aprender haciendo, lo que ha llevado a la búsqueda de integración de la dinámica dentro de la educación formal e informal.

Estos se caracterizan por ser espacios abiertos horizontales conformados por diversidad de conocimientos, se proponen como espacios de experimentación socio tecnológicas, disponiendo de herramientas de prototipado rápido y plataformas de micro control de bajo costo, con vital importancia en las fuentes libres, lo opensource, contar con infraestructuras comunitarias y poseer la mentalidad del “hacer” (Martin, 2015). Según Estrella (2013), se entienden como parte de una cultura urbana alternativa donde se realizan proyectos con cuotas de política. El autor, les otorga 11 características principales:

- Su espacio físico es de fácil acceso, cercano a otros espacios similares.
- Se conforman a partir de organizaciones horizontales
- Se trabaja en base a la innovación simétrica
- Las personas ligadas poseen diversos conocimientos
- Variada sostenibilidad económica
- Generadores de comunidades
- Trabajo en base a la confianza

- Abiertos a nuevas ideas, trabajos, proyectos, etc.
- Uso de diversas fuentes tecnológicas
- Proyectos interculturales
- “Cultura abierta”, libre circulación de saberes.

Al año 2014, diversas plataformas redondeaban el número de espacios independientes habilitados como makerspaces a más de 1.000 a nivel global, donde en los últimos años se le han ido sumando diversas organizaciones como museos, establecimientos escolares y de educación superior, entre otros (Rosenfeld y Sheridan, 2014).

Las figuras 16, 17 y 18 muestran algunos ejemplos de espacios de creación, donde se pueden visualizar los espacios como tal, disposición de herramientas y personas.



Figura 16. Precious plastic, <https://preciousplastic.com>



Figura 17. Fablab Uchile. <http://www.fablab.uchile.cl>



Figura 18. Fablab Santiago, <https://www.fablabs.io>

## La cultura maker y su incidencia en la educación.

La cultura maker, al poseer una esencia de aprendizaje en comunidad se ha insertado en diversos espacios de educación no formal, esto a través de diversas instituciones con distintos enfoques, en la figura 20 y 21 se presentan algunos ejemplos locales de estos espacios, los que trabajan principalmente bajo talleres y/o workshops.

Durante los últimos años ha surgido un creciente interés entre educadores para incluir las metodologías de la cultura maker dentro de la educación escolar formal (Dougherty, 2012b; Martin, 2015; Rosenfeld & Sheridan, 2014), evidenciado en un aumento de artículos de prensa relacionados al tema y a la creación de espacios de trabajo, enfocados en el “hacer”, por parte de diversas instituciones. Este interés se ha visto fuertemente fortalecido por la similitud presentada por prácticas de la cultura maker con los principios de la educación Montessori, el aprender haciendo (Martin, 2015).



Figura 19. Labva. Fuente: <https://www.instagram.com/somoslabva/>



Figura 20. Fundación Mingako. Fuente: <https://www.facebook.com/fmingako>.

# Conclusión de capítulo.

Teniendo de base estas cuatro áreas de trabajo - sostenibilidad, industria textil, materiales compuestos y cultura maker -, se plantea el desarrollo de un material compuesto manufacturado en base a residuos de la industria textil, impulsado por el deseo de aportar conocimientos replicables a nivel hogar, implicando la estandarización de procesos y utilización de lenguaje sencillo que ayude al desarrollo de elementos y de pie a nuevas experimentaciones. Las principales características de este material son su biodegradabilidad a través del compostaje y su inserción dentro del movimiento maker, proponiéndose como un proyecto exploratorio enfocado en su proceso productivo que ayude a impulsar el conocimiento y las prácticas de libre acceso.

En la figura 21 se presenta una serie de conceptos rescatados de los distintos temas tratados, destacados por su uso continuo e importancia dentro de las bases del proyecto. Estos se pueden dividir en dos grupos, por un lado, está lo relacionado al material como tal (objeto físico) y por otra parte se encuentra su teoría, de donde nace el proyecto y cuáles son sus bases metodológicas.



Figura 21. Principales conceptos rescatados del marco teórico.  
Elaboración propia.



The background of the slide is an aerial photograph of a river delta, likely the Amazon, showing a complex network of water channels and islands. A semi-transparent map of South America is overlaid on the image, with the Amazon basin highlighted in a darker shade. The text 'Capítulo 2: Métodos' is positioned in the lower-left quadrant of the map overlay.

# Capítulo 2: Métodos



# Diseño del material basado en residuos de algodón de la industria textil.

Esta etapa se caracteriza por ser experimental, donde se trabaja en base a la exploración de los diferentes componentes, aglutinante y fibra, con la finalidad de definir

las proporciones y formato en caso de la fibra, además de estandarizar tiempos y método de secado, y, por último, definir el proceso de conformado del material.

En la tabla 9 se resumen las actividades y tareas de la etapa, diferenciándose dos fases, la primera relacionada al acercamiento con los componentes del material (actividad 1 y 2) y la segunda a la definición del material en si (actividades 3 y 4).

## Etapa I

Formular un método de conformación de material basado en desechos de algodón textil replicable a baja escala.

Actividades	Tareas
1. Definir aglutinante y su porcentaje de uso.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Definir aglutinante</b>, según criterios de sustentabilidad y análisis de pruebas.</li> <li>2. <b>Pruebas de distintas cantidades de componentes del aglutinante</b>, análisis según requerimientos del material.</li> </ol>
2. Definición de formato de fibras de algodón.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Prueba de 3 tipos de formato de fibras</b>, análisis de relación tiempo-cantidad obtenida.</li> <li>2. <b>Prueba de los 3 tipos de formato con los porcentajes de aglutinante seleccionados</b>, análisis de cohesión, homogeneidad de mezcla y acabado.</li> </ol>
3. Realizar pruebas de composición del material.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Pruebas con variables definidas</b>, exploración de formatos, formas iniciales mediante uso de moldes.</li> <li>2. <b>Prueba de 2 formatos</b>, "lámina": ~3mm y "tablero": ~6mm análisis de cohesión de fibras, acabado, tiempo de secado y características generales.</li> </ol>
4. Bajar información, estandarizar y facilitar procesos de conformado.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Definición de mezcla</b>, resumen de actividades anteriores, desembocando en receta a usar.</li> <li>2. <b>Estandarizar medidas y proceso de conformado</b>, uso de 1 tipo de unidad de medida para todos los componentes de la mezcla.</li> <li>3. <b>Definir método de mezcla del material</b>, estado del arte de mezclas de materiales, pruebas y análisis de factibilidad a nivel hogar.</li> </ol>

Tabla 9. Etapa I, actividades y tareas. Elaboración propia.

## Exploración de aglutinantes a partir de experimentación.

Se realiza una pre selección de aglomerantes basado en su disponibilidad en el mercado, costo, exigencias de trabajo, fácil acceso domiciliario, criterios de sustentabilidad de la investigación y literatura ligada a materiales biobasados, definiéndose 4 posibles aglutinantes de origen natural. En la tabla 10 se presenta su análisis de elección en base a sus principales características, paralelo a esto se realizan pruebas de conformado de estos 4 aglutinantes junto a fibra de algodón a modo de análisis de compatibilidad de componentes.

Las pruebas de conformado se analizan bajo 5 parámetros, siendo cohesión de las fibras, fragilidad/resistencia del compuesto, homogeneidad y posibilidades de las pruebas.

Seguido de esto, se procede a realiza un análisis de DMA (Dynamic Mechanical Analisis) al aglomerante definitivo, este análisis se utiliza para identificar su tiempo de curado a través de temperatura, tiempo, frecuencia, estrés, atmosfera o combinación de estos. Este estudio se realiza en el Laboratorio de Materiales de la Universidad del Bío Bío, donde se utilizan alrededor de 5 gramos de aglomerante por ensayo realizado, realizándose 3 veces.

Principales características de posibles aglomerantes					
	Uso de aditivos	Costo (en proporción de uso)	Uso de energías adicionales	Adhesión a la fibra	Resistencia de la muestra
<b>Agar-agar</b>	X	Alto	X	Alto	Alto
<b>Cera de abeja</b>		Alto	X	Medio	Bajo
<b>Kombucha</b>	X	Bajo		Bajo	Bajo
<b>Maicena</b>	X	Medio	X	Alto	Alto

Tabla 10. Principales características de posibles aglutinantes. Elaboración propia.

## Formatos de fibras.

Las fibras obtenidas para la investigación son de origen post consumo, siendo principalmente poleras defectuosas de algodón 100% y despuntes de crea cruda (tela de punto y tela plana respectivamente). La preparación de la fibra se realiza en tres pasos (figura 22).

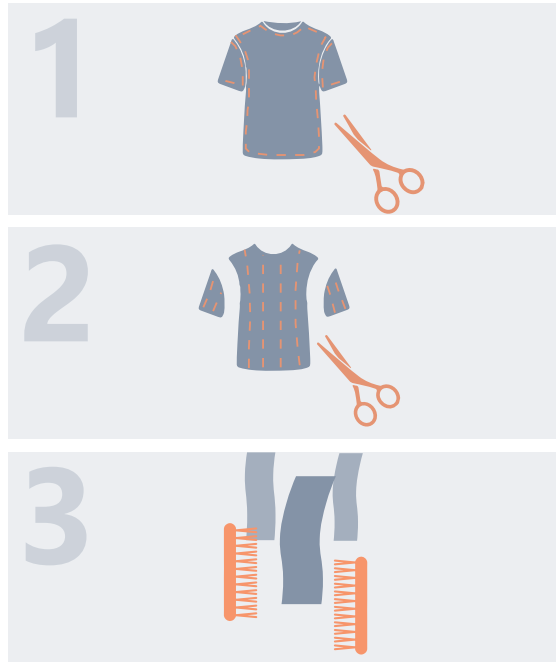


Figura 22. Preparación de fibras a utilizar. Elaboración propia.

1. Corte de dobladillos y costuras
2. Corte de tiras, su tamaño dependerá del formato de fibra deseado, ideal de 5 x 10 cm.
3. Preparación del formato de la fibra, pudiendo encontrarse dos procesos: deshilar con escobillas metálicas o uso de licuadora, para este último se necesitan trozos más pequeños de 1 x 2 cm aproximadamente.

Se proponen 3 formatos de fibras (figura 23), siendo estos:

- Trozos: Residuos cortados con tijera en formatos aproximados de 10 x 20 mm
- Hilachas de tela plana: Residuos deshilachados mediante dos técnicas, uso de cepillos metálicos y corte por licuadora.
- Mezcla de hilachas: Triturados textiles obtenidos de la técnica anterior mezclando tela plana y tela de punto.

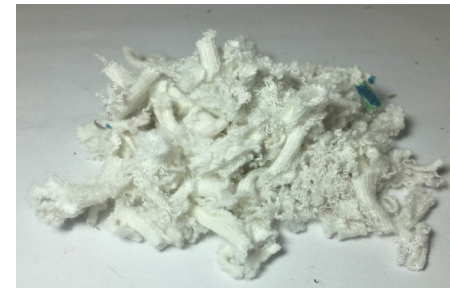


Figura 23. Formatos de fibras a estudiar, superior: hilachas tela de punto, centro: hilachas tela plana e inferior; trozos. Elaboración propia.

En este proceso se analizan las mejores herramientas de obtención de las fibras en relación tiempo-cantidad además de su comportamiento con el aglomerante definitivo, comparando cohesión, flexibilidad/rigidez, terminación y fragilidad del material compuesto.



Figura 24. Probetas pruebas de formatos de fibras. Elaboración propia

El proceso de conformación del material se realiza en 5 pasos:

- Mezcla de elementos del aglomerante en frío
- Exposición de la mezcla al fuego
- Unión y mezcla de aglomerante y textil triturado
- Prensado en molde
- Curado del material al aire libre



Figura 25 a. Proceso productivo de aglomerante. Izquierda mezcla en frío, derecha texturas esperadas con aplicación de calor.



Figura 25 b. Proceso de mezcla. Izquierda disposición de algodón en bolsa, derecha mezcla y moldeo.

Figura 25. Fotos proceso de conformación. Elaboración propia



# Evaluación del material.

Para caracterizar al material se definen 7 áreas de ensayos como resultado del análisis del proceso de conformado. En la tabla 11 se despliegan las actividades y tareas correspondientes, identificándose 4 áreas de ensayos principales:

- Ensayos físicos y mecánicos
- Ensayo de resistencia a agentes externos
- Ensayos de trabajabilidad, teñido y moldeo
- Evaluaciones perceptuales.

Los ensayos se realizan con el material compuesto conformado por textiles triturados y aglomerante en base a maicena en formato placa, de un espesor aproximado de 6 mm. Para las mediciones se utiliza un pide de metro plástico de 6 pulgadas marca Karson y para el registro de masa se utiliza una balanza marca Diamon modelo 500.

## Etapa II

Caracterizar el material con ensayos físicos, de resistencia a agentes externos y de procesamiento para su estandarización.

Actividades	Tareas
1. Analizar propiedades físico-mecánicas del material.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Realizar ensayo de flexión.</b></li> <li>2. <b>Realizar ensayo de tracción.</b></li> <li>3. <b>Calcular densidad del material.</b></li> <li>4. <b>Realizar ensayo de absorción de agua e hinchamiento.</b></li> </ol>
2. Evaluar resistencia a agentes externos: compostaje, degradabilidad, resistencia a agentes químicos y rayos UV.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Realizar ensayo de degradabilidad.</b></li> <li>2. <b>Realizar ensayo de compostaje.</b></li> <li>3. <b>Realizar ensayo de resistencia a agentes químicos.</b></li> <li>4. <b>Realizar ensayo de resistencia a rayos UV.</b></li> </ol>
3. Evaluar la trabajabilidad del material: teñido, mecanizado y moldeo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Realizar pruebas de mecanizado</b>, en corte, perforación y desbaste, en dos modalidades, manual y mecánico.</li> <li>2. <b>Realizar pruebas de moldeo.</b></li> <li>3. <b>Realizar pruebas de teñido y creación de patrones.</b></li> </ol>
4. Evaluar propiedades perceptuales del material.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Identificar grupo de personas a encuestar.</b></li> <li>2. <b>Realizar encuestas y diferencial semántico.</b></li> </ol>

Tabla 11. Etapa II, actividades y tareas. Elaboración propia

## Ensayos físicos.

### Densidad.

Para calcular la densidad del material se utilizó la fórmula física de densidad absoluta de la norma ASTM D1037 "Evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials", donde se expresa la relación entre masa y dimensiones. Se registra su resultado en g/cm<sup>3</sup> y kg/m<sup>3</sup>.

Fórmula:

$$\text{Densidad específica} = \frac{KF}{Lwt}$$

Donde:

F: Masa final seca, en gramos.

L: Largo de la probeta, en centímetros.

W: Ancho de la probeta, en centímetros.

T: Espesor de la probeta, en centímetros.

K: Constante, 1.

Densidad específica: Expresada en g/cm<sup>3</sup>.

Para su cálculo se utilizaron 10 probetas de 5 x 5 x 0,6 centímetros aproximadamente, midiendo su ancho, largo y espesor.

Con este resultado, se procede a posicionar al material en el programa Ces Edupack, el que contiene una base de datos de materiales, elementos y procesos posibilitando la identificación del material conformado en contraste con otros materiales existentes.

## Absorción de agua e hinchamiento.

Para su realización se utilizó una adaptación de la norma ASTM D1037 "Evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials".

Se disponen 4 probetas de 50 x 50 x 6 mm en un recipiente con agua por 24 horas (figura 26), previamente se registra masa en gramos y espesor de lados en centímetros, transcurridas 2 horas de sumergidas se retiran del agua, se espera 30 minutos y se vuelven a pesar y medir, se sumergen nuevamente en agua por 22 horas adicionales, repitiéndose el mismo procedimiento de registro.

La absorción de agua se calcula mediante la variación de masa de cada ciclo y se expresa en porcentaje de peso aumentado. Mientras que el hinchamiento se calcula mediante el porcentaje de aumento del espesor original de la muestra.



Figura 26. Disposición de probetas a ensayo de absorción de agua e hinchamiento. Elaboración propia.

## Ensayos mecánicos.

### Ensayo de resistencia a la flexión.

El ensayo de resistencia a la flexión estática se lleva a cabo según la norma ASTM D1037-12 "Evaluating properties of Wood-base fiber and particle panel materials", apartado 9 "Static Bending". Este ensayo se realiza para determinar las propiedades de flexión: módulo de ruptura (MOR) y módulo de elasticidad (MOE).

Este se lleva a cabo en el Laboratorio de Materiales de la Universidad del Bío-Bío, donde se envían 10 probetas de 170 x 50 x 8 milímetros con una masa aproximada de 30 gramos (tabla 12).

	Masa	Dimensiones
AM-F1	30	169 x 49,8 x 6,6
AM-F2	38,1	170 x 50,6 x 9,1
AM-F3	35,3	170 x 50,2 x 8,8
AM-F4	31,5	168 x 47,3 x 8
AM-F5	35	166 x 52,7 x 8,8
AM-F6	28,6	167 x 50 x 7,6
AM-F7	26,9	171 x 53,1 x 6,5
AM-F8	32	171 x 50 x 9,5
AM-F9	36,1	170 x 50,7 x 9,8
AM-F10	31,9	169,5 x 50 x 8,8

Tabla 12. Medidas y masa de probetas ensayo de flexión. Elaboración propia.

### Ensayo Tensión perpendicular a la superficie, Internal Bond.

Para su registro, se utiliza la norma ASTM D1037-12 "Evaluating properties of Wood-base fiber and particle panel materials", apartado 11 "Tension Perpendicular to Surface (Internal Bond)". Este ensayo se utiliza para determinar la cohesión de las fibras del material en dirección perpendicular al plano de las probetas.

Este se lleva a cabo en el Laboratorio de Materiales de la Universidad del Bío-Bío, donde se envían 10 probetas de 50 x 50 x 15 milímetros con una masa aproximada de 15 gramos (tabla 13).

	Masa	Dimensiones
AM-T1	16,6	49,75 x 51 x 15,6
AM-T2	17,3	49,75 x 50 x 17,25
AM-T3	14,9	50,25 x 50 x 15
AM-T4	16,6	50 x 51 x 15,5
AM-T5	18,3	50,5 x 50,25 x 17,5
AM-T6	17,3	51 x 50,75 x 16,4
AM-T7	17,3	51,5 x 52,5 x 16
AM-T8	18,8	53 x 50,25 x 17
AM-T9	16,3	51,5 x 50,5 x 14,9
AM-T10	16,2	50 x 52,5 x 13,6

Tabla 13. Medidas y masa de probetas ensayo de tracción perpendicular a la superficie. Elaboración propia.

## Ensayos de resistencia a agentes externos.

### Degradabilidad.

Este ensayo se establece a partir de modificaciones de los estudios "Biodegradability study on cotton and polyester fabrics" (Lili et al., 2010) y "Cotton's biodegradability in soil" (Cottonworks, 2019), donde se utilizan las normas ASTM D5988 – 03 "Standard test method for determining aerobic biodegradation in soil of plastic materials or residual plastic materials After composting" y ASTM D6400-19 "Standard specification for labeling of plastics designed to be aerobically composted in Municipal or industrial facilities".

Se disponen 4 probetas de 50 x 50 x 6 milímetros en un recipiente con drenaje de agua a la intemperie por 24 semanas, registrándose semanalmente masa, medidas de lados (largo y ancho) y altura en milímetros, fotografías y otras descripciones relevantes como presencia de agentes externos (hongos, insectos, plantas, entre otros), clima, visualización de caras y otras observaciones relevantes.

El ensayo se lleva a cabo entre los meses de junio y diciembre del año 2020.



Figura 27. Disposición de probeta ensayo de degradabilidad, Elaboración propia.



## Compostaje.

Siguiendo los mismos estudios utilizados anteriormente, se disponen 4 probetas de 50x50x6 milímetros aproximadamente en un recipiente de compostaje, las probetas se dejan arbitrariamente dentro y se mezclan diariamente junto a residuos orgánicos domiciliarios. Semanalmente se registra masa en gramos, dimensión de lados (ancho y largo) y espesor en milímetros, además del clima y observaciones generales sumado a una fotografía de registro, acción que se repite semanalmente.

Desde la semana 9 en adelante se procede a realizar solo registro fotográfico para no interferir en la descomposición natural del material.

Este ensayo se realizó durante los meses de diciembre 2020 y febrero 2021, manteniéndose en estudio.



Figura 29. Recipiente de ensayo de compostaje, Elaboración propia.

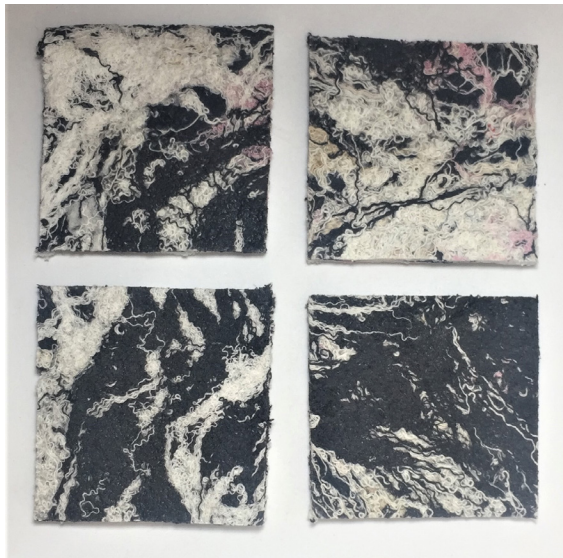


Figura 28. Probetas pre ensayo de compostaje. Elaboración propia.

## Resistencia a reactivos químicos.

Se realiza este ensayo en base a la modificación de la norma Nch 1825 "Resistencia de materiales plásticos a reactivos químicos".

Se disponen de 5 probetas circulares de 5 cm de diámetro sumergidos en 5 recipientes con químicos por una duración de 1 semana (figura 30 y 31), revolviendo su interior cada 24 horas. Se registra peso inicial, espesor y dimensión, visualidad de caras y otros, repitiéndose el registro al final del ensayo.

Se utilizan 5 químicos escogidos basados en uso cotidiano y accesibles a nivel domiciliario, siendo estos:

- Suero fisiológico, Cloruro de sodio "Fresenius Kabi", solución inyectable 0,9%
- Alcohol desnaturalizado "Difem Pharma" 95°
- Cloro tradicional, "Clorox"
- Lavalozas, "Algramo"
- Diluyente sintético, "Dideval"

Se categorizan las probetas en base a 5 niveles, donde 5 es muy bueno, 4 bueno, 3 neutro, 2 malo y 1 muy malo, estos se utilizan acorde a la fragilidad/resistencia de las probetas tras ser sumergidas por una semana.

Para calcular los resultados se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Delta C_1\% = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100$$

Donde:

$\Delta C_1\%$ : Porcentaje de cambio de la propiedad medida, independiente cual se mida.

$C_0$ : Propiedad inicial, sin tratamiento de inmersión.

$C$ : Propiedad final, tras inmersión.

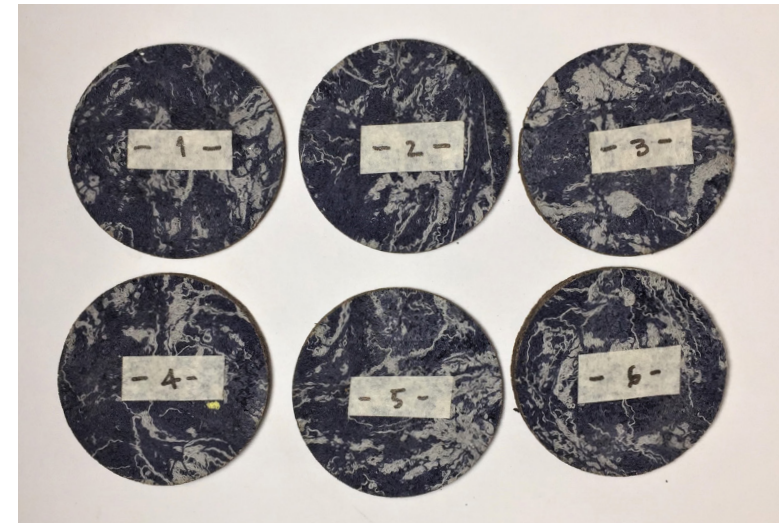


Figura 30. Probetas pre ensayo resistencia a reactivos químicos. Elaboración propia.



Figura 31. Ensayo de reacción a reactivos químicos. Elaboración propia.

## Resistencia a rayos UV.

Este ensayo se realiza en base a la investigación realizada por Muñoz (2019) "Valorización del carozo de durazno para el desarrollo de un material compuesto sostenible y su potencial aplicación".

De acuerdo a los factores de incidencia en la degradabilidad del algodón textil, los rayos UV se presentan como factor principal debido a su exposición común y prolongada, generando aceleramiento del envejecimiento de las fibras.

Se realiza este ensayo con la finalidad de conocer sus efectos visuales en el material compuesto, donde se analiza principalmente decoloración del material, basándose en el estudio anteriormente mencionado, Muñoz, 2019.

Se disponen 4 probetas de 50 x 50 mm en dos espesores, dos probetas de 6 milímetros y dos de 14 milímetros. Estas se colocan sobre una superficie con un ángulo de inclinación de 10° en dirección noreste, preocupándose de que queden completamente expuestas al sol, se realiza registro fotográfico semanalmente.

El ensayo se lleva a cabo entre los meses de enero y febrero del año 2021, manteniéndose su estudio.



Figura 32. Ensayo de resistencia a rayos UV. Elaboración propia.



## Trabajabilidad.

Para el análisis de los ensayos de trabajabilidad se utiliza como referencia la norma ASTM D 1666-87 “*Standard test methods for conducting machining tests of wood and wood-base materials*”, utilizada para analizar la trabajabilidad de materiales de madera, en la que se establece inspección visual del material identificando fibras levantadas y granos desgarrados, para lo que se dispone una escala de 5 grados

(tabla 14) dependiendo de la magnitud de los efectos generados.

Para todos los ámbitos se establece el uso de herramientas comunes y de fácil acceso, además de proponer herramientas de polos opuestos en relación a potencia.

Gran parte de estos ensayos son llevados a cabo en las dependencias de Fablab Sinestesia.

Grado 1	No acepta ningún tipo de defecto. La fibra levantada alrededor de los nudos sólo se observa con luz oblicua.
Grado 2	Acepta fibra levantada entre un 10% a 20% del área inspeccionada.
Grado 3	Acepta fibra levantada hasta un 30%. Mínima presencia de grano desgarrado.
Grado 4	Acepta fibra levantada hasta un 40%. Grano desgarrado se acepta hasta un 30% del área inspeccionada.
Grado 5	La fibra levantada se encuentra sobre un 40%. Grano desgarrado se presenta sobre un 30%.

Tabla 14. Grados evaluados para trabajabilidad. Fuente: Recuperado de Meneses, 2011.



# Corte.

Se proponen tres tipologías de corte: manual, mecánico y corte láser.

En los cortes manuales se utilizan:

- Tijeras y cuchillo cartonero
- Serrucho y sierra.

En mecánicos se utiliza:

- Herramienta multipropósitos marca "Dremel 3000".
- Sierra caladora marca "Bauker", 570 potencia.
- Sierra ingleteadora marca "Einhell".

Corte láser, "Icut" CO2, 60 watts:

- Corte
- Grabado



Figura 33. Herramientas manuales utilizadas para ensayos de cortes.  
Elaboración propia.



Figura 34. Herramientas mecánicas utilizadas para ensayos de cortes.  
Elaboración propia.

## Perforación.

Se utilizan dos tipos de perforación: manual y mecánico.

Para las perforaciones mecánicas se propone\*:

- Herramienta multipropósitos marca "Dremel 3000".
- Taladro inalámbrico marca "Black & Decker" con 4 tipos de broca. Madera: 4mm y 6mm. Metal: 2mm y 3mm
- Router CNC

\*Debido a la naturaleza de la fibra, se plantea en primera instancia el uso de una Herramienta multipropósitos y taladro para analizar el posterior uso de router CNC.

Para las perforaciones manuales se utilizan tornillos 3mm cabeza avellanada, aplicados con desatornillador manual.



Figura 35. Herramientas mecánicas utilizadas para ensayos de cortes. Elaboración propia.

## Desbaste.

Se utilizan dos modalidades, manual y mecánico.

En lijas manuales se utilizan 4 gramajes distintos: 50, 150, 220 y 240. Además de uso de lima y escofina.

Para el desbaste mecánico se utiliza:

- Lija de banda marca "Bauker", gramaje 80.
- Herramienta multipropósitos marca "Dremel 3000".
- Lija de disco marca "Bauker", gramaje 80.

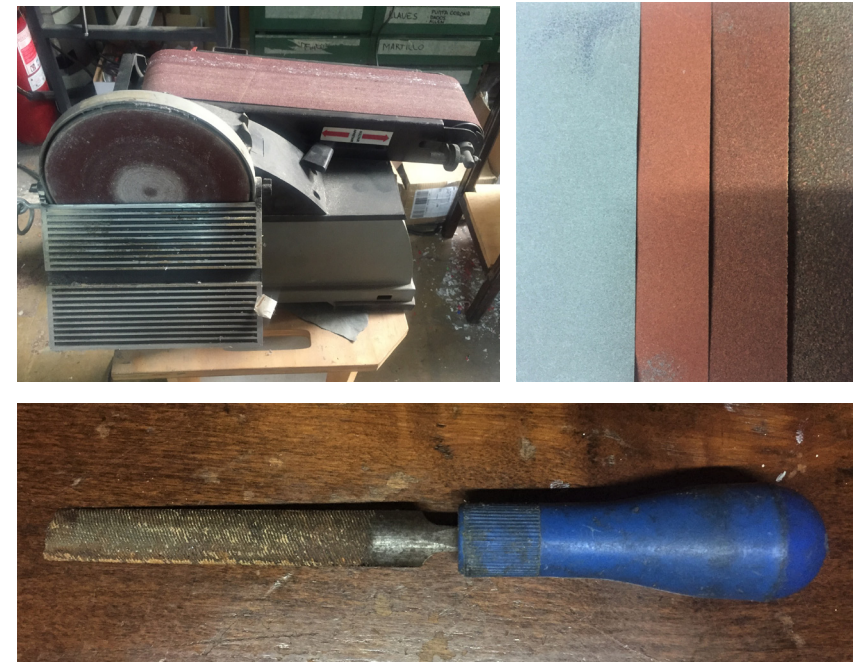


Figura 36. Herramientas utilizadas para ensayos de desbaste. Elaboración propia.

## Pruebas de moldeo.

Se utilizan 3 tipos de moldes para identificar: calidad de aristas, copia de formas, copia de texturas, porcentaje de disminución (si presentase), mantención de la forma en el tiempo, espesores posibles y desmolde.

Estos se analizan bajo una escala construida por 5 grados, donde 5 es muy bueno, 4 bueno, 3 medio, 2 malo y 1 muy malo.



Figura 37. Molde calavera, impresión 3D. Elaboración propia.

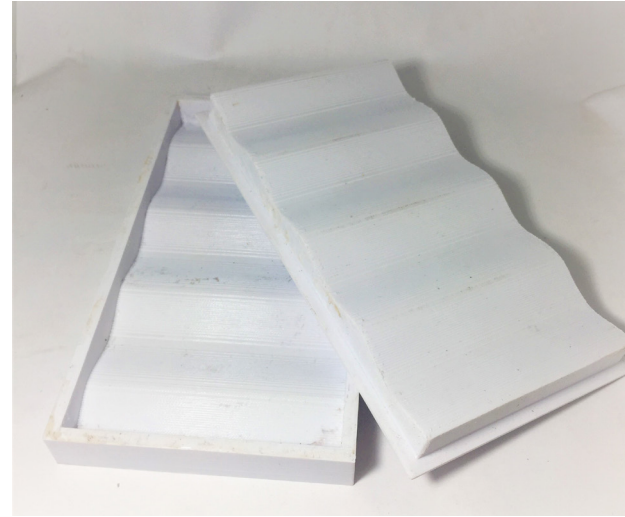


Figura 38. Molde ondas, impresión 3D. Elaboración propia.



Figura 39. Molde metálico de repostería. Elaboración propia.



## Pruebas de teñido y patrones.

En base a los criterios de sustentabilidad anteriormente presentados, se prueban 4 pigmentos naturales en los formatos líquido y polvo, 2 de cada uno de estos. Para esto se basa en estudios realizados por Shukla and Vankar (2017), Tessuti (2019), Arja (2020), Graciela (2019); Maiwa (s.f) y Lobiano, (2020) recuperándose porcentajes de uso, tiempos de exposición y tintes utilizados.

Los pigmentos en formato líquido se utilizan a modo de

sustituir el porcentaje de agua utilizado en la mezcla.

Se emplean dos pigmentos definidos por:

- Uso de aguas domiciliarias de desecho,
- Pigmentos utilizados en tinción natural y,
- Pigmentos asequibles a nivel hogar.

En la tabla 15 se muestra el paso a paso de ambos tintes utilizados.

Métodos de tinción, líquidos	
Betarraga	Té negro
Se realiza cocción normal de betarragas y se dejan reposar en el mismo recipiente por 30 minutos, se cuela para evitar residuos que puedan afectar en la tinción. Se procede a sustituir el agua de conformación del material, donde se trabaja con probetas de 50x50x6 mm correspondiendo 15 gramos de agua. Se procede con la conformación normal del material sin agregar ningún componente extra.	Se prepara el té en una taza de 250 ml con agua hervida, se deja reposar por 15 minutos y se procede a sustituir el agua de conformación, se trabaja con probetas de 50x50x6 mm correspondiendo 15 gramos de agua. Se procede con la conformación normal del material sin agregar ningún componente extra.

Tabla 15. Métodos de tinción de mezcla. Elaboración propia.en base a Graciela, 2019; Shukla y Vankar, 2017; Tessuti, 2019.

Los pigmentos en polvo se utilizan a modo de aditivo en el proceso de conformado del material, definidos por:

- Pigmentos utilizados en tinción natural y,
- Pigmentos asequibles a nivel hogar.

Utilizándose el siguiente método:

1. Se calcula el 5% del total en seco, esto considerando una probeta de 5x5 cm, promediándose el peso en 10 gr según probetas anteriormente conformadas.
2. Añadir los todos los elementos a la mezcla en frío,

revolver hasta conseguir un líquido homogéneo.

3. Seguir proceso normal de conformado.

Por otra parte, se realizan pruebas de ordenamiento de las fibras para identificar su posibilidad de generación de patrones, se trabaja con dos mezclas de colores distintos en un molde de 100 x 200 x 10 milímetros, se realizan pruebas de orden libre sin uso de moldes o guías. Según resultados, se podría mejorar la resistencia del material mediante el uso de orden de fibras.



## Perceptuales.

Se realiza una encuesta perceptual del material basada en 3 estudios, “*User-Material-Product interrelationships in attributing meanings*” Karana and Hekkert (2010), “*A appraisal patterns of emotional in human-product interaction*” Demir, M. A. Desmet, and Hekkert (2009) y “*Material driven design (DDD): A method to design for material experiences*” Karana, Barati, Rognoli, and Zeeuw van der Laan (2015), esta se realiza a un universo de 30 personas de 3 grupos: consumidores/as conscientes, área de las artes y control. Se consultan estos grupos debido al origen del material y sus proyecciones, afinidad a lo material y estética, y, control de las respuestas.

- Consumidores/as conscientes, Vinyals (2016) los caracteriza por su intencionalidad de acción y sus valores. Se presentan como personas con gran preocupación medio ambiental y que sus acciones – o gran parte de estas – se centran en la preservación del entorno, existiendo distintos tipos de motivación y grados de este. Dentro de esta investigación, los y las consumidoras conscientes se caracterizan por poseer alguna de las características de dos temáticas, acciones asociadas a la ecología (reciclar, compostar, participar de huertos, entre otros) y poseer dietas alimenticias basadas en plantas (veganismo, vegetarianismo, pescetarianismo, entre otros), donde la persona debe poseer al menos un hábito de ambas temáticas. Se definen estas dos temáticas por su influencia y conocimiento dentro de factores influyentes en el calentamiento global principalmente, ligadas a la intencionalidad de acción y valores.

Este grupo se consulta acorde al origen y las proyecciones y posibles usos del material.

- Personas relacionadas al área de las artes, considerándose diseñadores/as, arquitectos/as, artistas, y

otros/as del mundo de los oficios como, encuadernadores/as y tatuadores/as. Este grupo se consulta por la afinidad a lo estético, la expresividad del material, la creatividad de usos y la conexión con los materiales.

- Por último, se consultaron personas al azar que no pertenecieran a ninguno de los dos grupos anteriormente mencionados a modo de control de las encuestas.

La encuesta consta de 3 secciones, la primera hace referencia a la identificación personal del individuo, considerando nombre, edad, género, ocupación y si se considera o no consumidor consciente; la segunda sección es de diferencial semántico, donde se analizan 27 atributos y sus contrarios (figura 40), y, por último, una sección de preguntas abiertas, donde se consultan opiniones del material en referencia a posibles usos, tiempos de duración estimados del material tanto en uso como vida útil y, observaciones y/o comentarios del material.

La modalidad de la encuesta y elección de atributos se definen gracias a literatura, percepciones propias y proyecciones del material desarrollado.

Debido a las condiciones actuales se realizan encuestas vía online y en físico, priorizándose las encuestas online (anexo 2). Para las encuestas online se muestran 3 fotografías del material (figura 41), mientras que en físico se entregan dos probetas de 50 x 50 x 6 milímetros.

<b>Frágil</b>	<b>Resistente</b>
<b>Liviano</b>	<b>Pesado</b>
<b>Rígido</b>	<b>Flexible</b>
<b>Blando</b>	<b>Duro</b>
<b>Orgánico</b>	<b>Inorgánico</b>
<b>Accesible</b>	<b>Inaccesible</b>
<b>Común</b>	<b>Elegante</b>
<b>Inalterable</b>	<b>Transformable</b>
<b>Formal</b>	<b>Informal</b>
<b>Seguro</b>	<b>Inseguro</b>
<b>Tosco</b>	<b>Delicado</b>
<b>Artificial</b>	<b>Natural</b>
<b>Sucio</b>	<b>Limpio</b>
<b>Tóxico</b>	<b>No tóxico</b>
<b>Atractivo</b>	<b>No atractivo</b>
<b>Agradable</b>	<b>Desagradable</b>
<b>Brillante</b>	<b>Mate</b>
<b>Frío</b>	<b>Cálido</b>
<b>Interesante</b>	<b>Aburrido</b>
<b>Suave</b>	<b>Áspero</b>
<b>Barato</b>	<b>Caro</b>
<b>Calidad baja</b>	<b>Calidad alta</b>
<b>Temporal</b>	<b>Duradero</b>
<b>Convencional</b>	<b>Innovador</b>
<b>Desechable</b>	<b>Reciclable</b>
<b>Transparente</b>	<b>Opaco</b>
<b>Dúctil</b>	<b>No dúctil</b>

Figura 40. Atributos planteados para encuesta perceptual. Elaboración propia.

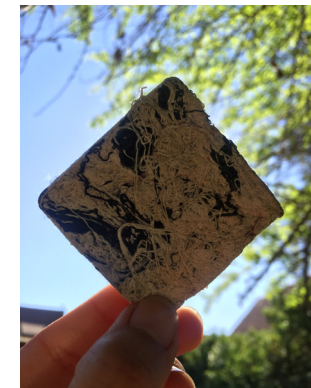


Figura 41. Imágenes presentadas en encuesta perceptual online. Elaboración propia.

# Exploración de aplicación y diseño formal.

La última etapa se centra en la bajada del material a usos concretos, en la tabla 16 se desglosan las actividades y tareas correspondientes, pudiendo distinguirse dos fases. La primera

se enfocada en la generación teórica de las propuestas a desarrollar, se analizan los resultados obtenidos de las etapas anteriores para conceptualizar al material como tal, evaluar las posibles áreas de aplicación de diseño regidas por los procesos ejecutados anteriormente y su posterior selección. Y, por otra parte, se encuentra el diseñar y prototipar la aplicación resultante, esto en base a una serie de métodos, conceptualización, observación e investigación, finalizando con la fabricación de prototipos.

## Etapa III

Elaborar propuestas de aplicación de diseño considerando proceso productivo y características del material por medio de prácticas *do it yourself*.

Actividades	Tareas
1. Generar propuesta de aplicación de diseño	1. <b>Generar análisis conceptual</b> del material para su estudio de uso. 2. <b>Evaluar posibles áreas de uso</b> según resultados y conceptos obtenidos de las etapas anteriores. 3. <b>Seleccionar un área</b> que mejor se ajuste a los datos anteriormente obtenidos e identificar enfoque y características principales.
2. Diseñar y prototipar las aplicaciones del material compuesto biobasado.	1. <b>Generar propuesta conceptual y búsqueda de referentes.</b> 2. <b>Fabricación de prototipos.</b> 3. <b>Evaluación de propuestas generadas.</b>

Tabla 16. Etapa III, actividades y tareas. Elaboración propia

Para esta etapa se utiliza el método Material Driven Design (MDD) (Karana, Barati, Rognoli, y Zeeuw van der Laan, 2015), que busca ayudar a dirigir el proceso de diseño a partir de un material, este método se desarrolla en base a 4 pasos:

- Entender el material, implica la caracterización técnica del material y experiencial, donde se recuperan todas las cualidades físicas, performativas, afectivas, interpretativas y sensoriales de este.
- Crear Material experiencia vision, donde se busca entender al material en su entorno, como este se relaciona con las personas, de que formas estas se comunican con el material, y se compara con materiales similares en cuanto a los puntos antes mencionados.
- Manifestar patrones de experiencia material, trabajar al material desde donde se espera, como se quiere presentar a las personas y las interacciones que este busca crear, atribuye significados para guiar su uso.
- Creación de conceptos del material/producto, se recuperan los antecedentes para generar propuestas de aplicación.

La presente investigación se desarrolla dentro de las dos primeras áreas de este método, implicando la comprensión macro del material, teniendo conocimiento de sus características propias (máximos y mínimos) y como este se desenvuelve con las personas.

## Análisis del material.

Se realiza una tabla resumen con todos los ensayos y pruebas ejecutadas al material y sus respectivos resultados seguido de un análisis de estos expresados a modo de ficha técnica. De esta ficha técnica se busca rescatar las principales características del material que permitan un mayor entendimiento para las actividades futuras.

Acorde al desarrollo de la investigación, se trabaja en torno a dos propuestas de diseño las que a su vez presentan dos tipologías de personas de enfoque, siendo estos usuarios/as y beneficiarios/as.

Los y las usuarias corresponden a las personas que hacen uso activo del producto/servicio, haciéndose parte del proceso productivo del material, mientras que los y las beneficiarias corresponden a las personas que únicamente le dan uso al producto o servicio desarrollado.

## Generación de propuestas: áreas posibles.

La generación de propuestas se basó en las características propias del material recogidas de las actividades anteriores (evaluación y ficha técnica, proceso productivo y base teórica de componentes), considerando pros y contras de este. Con esto, se procede a realizar una lluvia de ideas de posibles áreas de trabajo, las cuales son adoptadas de forma preliminar para su posterior análisis en detalle. Se realizó una investigación superficial de referentes de las principales áreas a considerar de la lluvia de ideas, además de las respuestas relacionadas a uso obtenidas de la encuesta perceptual.



Se dividen las propuestas según categorías, encontrándose: jardín, macotas, niñas y niños, mobiliario, elementos de ejercicio, decoración, indumentaria, revestimientos y otros. Estas categorías se analizan mediante el uso de una matriz de decisiones.

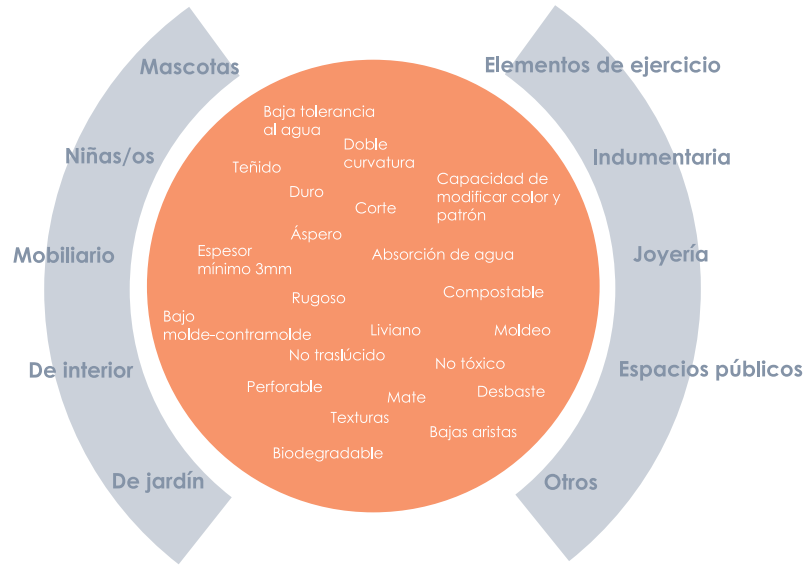


Figura 42. Áreas de posible aplicación. Elaboración propia

Se utiliza una matriz de Pugh por su función de comparación de múltiples opciones de forma cuantitativa (tabla 17). En la fila 1 se encuentran los grupos de criterios a considerar (sensoriales, trabajabilidad, moldeo, etc.) y en la fila 2 se encuentran sus subdivisiones; del mismo modo, en la columna 1 se presentan las áreas de posibles aplicaciones y en la columna 2 se presentan los posibles usos concretos pertenecientes a estas áreas.

Se evalúa con -1 si el criterio no califica para la propuesta, 0 si no influye en su uso/desarrollo y +1 si es beneficioso o útil para la propuesta, obteniéndose en la última columna un promedio, donde más cercano a +1 más apropiada será la propuesta en consideración de las características propias del material.

		Criterio 1			Criterio 2		
		Criterio A	Criterio B	Criterio C	Criterio D	Criterio E	
Propuestas de aplicación	Propuesta 1						Valor: -1 0 +1
	Propuesta 2						
	Propuesta 3						
	Propuesta 4						
	Propuesta 5						
	Propuesta 6						

-1 Malo 0 Igual, no influye +1 Bueno

Tabla 17. Base matriz de Pugh. Elaboración propia

## Conceptualización

Dentro de la investigación se consideran tres etapas de conceptualización, ligadas a los tres prototipos desarrollados.

En primera instancia se encuentra el producto mínimo funcional, siendo este el material como tal. Para este propósito se utilizan principalmente los resultados obtenidos de las encuestas perceptuales.

Las dos conceptualizaciones siguientes pertenecen a las dos variables de productos mínimos viables, siendo I) prototipo de producto centrado en el proceso productivo del material, y II) prototipo de producto centrado en las propiedades del material.

El prototipo del producto mínimo viable I, se centra principalmente en literatura y teoría del material, considerando sus capacidades educativas y de enseñanza, rescatando el proceso productivo y sus posibilidades.

Y finalmente, conceptualización en base a un producto mínimo viable II, prototipo de producto. Este, como se menciona anteriormente, se centra en demostrar las propiedades del material, el cual se trabaja en base a los resultados obtenidos de la matriz de Pugh, proponiendo la aplicación más adecuada para el material.

## Desarrollo de propuestas de aplicación.

Se trabaja en dos lineamientos de propuestas de aplicación, por un lado, se encuentra el enfoque en el proceso productivo del material o producto mínimo funcional I, donde se busca rescatar el método utilizado para su conformación a modo de aprendizaje y enseñanza ligado a la cultura maker y los materiales DIY, y, por otra parte, se encuentra su enfoque en las propiedades presentadas por el material mismo, mediante la generación de prototipos de un producto mínimo funcional II.

### Propuesta 1: Rescate de metodología.

Como se menciona anteriormente, se busca rescatar la identidad del material insertando su proceso productivo en dinámicas propias de la educación, principalmente la educación no formal.

La propuesta consiste en dos partes complementarias, en primera instancia se propone un material gráfico que incluya: receta base del material, ficha técnica y paso a paso de un producto viable, a esto, le sigue el desarrollo de un workshop online + kit de trabajo.

Los requisitos de esta propuesta se centran en tres principios: la estandarización de procesos, el uso de lenguaje sencillo y uso de recursos disponibles a nivel domiciliario.

Esta propuesta se divide en tres procesos:

- I. Desarrollo de pieza gráfica.

Se trabaja en base a búsqueda de referentes de manuales de paso a paso (recetas de cocina, manufactura de objetos DIY, tutoriales, entre otros), estudio del usuario, elección de paleta de color y definición de información a presentar. Esto con la finalidad de construir un lenguaje de fácil comprensión y amigable para el/la usuario/a. Se busca la creación de una línea gráfica que sirva para todos los ámbitos gráficos de la propuesta, siendo estos: ficha técnica e instructivo.

Esta pieza debe incluir:

- Receta base
- Ficha técnica del material
- Instructivo de construcción y procesamiento del material
- Instructivo de producto a desarrollar
- Posibilidad de usos (posibles áreas de desarrollo, capacidad de moldes a usar, espesores, entre otros).

Este proceso se trabaja considerando su presentación física y virtual.

La paleta de color se basa en los moodboards obtenidos de la conceptualización de la aplicación y de las y los usuarios, definiéndose colores verdes y grisáceos.



Figura 43. Paleta de color propuesta I. Elaboración propia

## II. Workshop + kit de trabajo.

Teniendo de base la pieza gráfica, se trabaja un packaging que contenga materias primas e instrucciones para la viabilidad del workshop, esto teniendo en consideración un workshop online.

Se debe considerar:

- Elementos de medición y para su trabajabilidad mínima: Fibras de algodón trituradas y recipiente de medición estandarizado.
- Materias primas de acceso no domiciliario: glicerina.
- Molde para desarrollo de producto.

## III. Formulación de producto viable.

Propuesta de molde sencillo fabricado en impresión 3D para su uso como macetero en el área de jardín, se escoge esta área de aplicación para demostrar la biodegradabilidad del material a corto plazo y su capacidad de moldeo.

Para el molde se establecen criterios considerando facilidad de conformado y características de impresión 3D.

- Molde abierto de 3 piezas, facilidad de conformación: desmoldar con facilidad y acelerar curado del material.
- Tamaño pequeño, esto para acelerar su secado, abaratar costos y tiempos de impresión (en serie) y facilidad de conformado. La propuesta de tamaño del macetero se realiza en base al estudio de maceteros de obsequio de eventos, otros workshops, entre otros.
- Evitar espesores delgados, como mínimo utilizar 3 mm de espesor.

Se realizan 3 pruebas de workshop para identificar secciones a resaltar, puntos débiles y entendimiento general. De estos, se desprende el evitar uso de pesa, incluyéndose un recipiente con las diferentes medidas a utilizar, agregar imágenes de texturas esperadas y potenciar el uso de las manos al momento de conformar.

Se identifican 3 partes de conformación, siendo estas:

- Mezcla de ingredientes en seco.

Como se expresa anteriormente, esta es la etapa de mayor conflicto debido al desconocimiento de uso de la herramienta de pesa, extendiéndose en tiempo más del esperado.

- Exposición al calor.

En esta etapa se pueden identificar dos posibles escenarios, el primero referente a personas cercanas al mundo de la cocina y personas no ligadas a esto, las personas del segundo grupo presentan más inseguridades en este paso, definiéndose la exposición gráfica de la textura esperada.

- Mezcla y moldeo.

Se identifica como la etapa más sencilla y de menor cantidad de tiempo invertido, rescatándose mayor cantidad de comentarios positivos y motivación a desarrollar nuevas ideas.

El tiempo promedio de las 3 pruebas es de 30 minutos.



Figura 44. Pruebas de conformación por personas externas. Elaboración propia.



## Exploración de formas

Se desarrolla una caja de cartón de 150 mm de ancho, 150 mm de largo y 73 mm de alto dividida en 3 sectores como se visualiza en la figura 44. Por otra parte, se busca el incluir las instrucciones básicas y un código QR que proporcione a las personas más información en torno al material, características de este, posibilidades y trabajos de otras personas con el mismo, creando la posibilidad de interacción entre diferentes usuarios y usuarias.

El macetero se trabaja en base al concepto convergencia dinámica, centrándose en remolinos caracterizados por sus curvas amplias y continuas, por otra parte, se busca desarrollar un objeto pequeño y de conformación sencilla a través de moldeo a presión. Se desarrolla un modelo 3D de 7 piezas, dos caras del macetero, un molde de generación de vacío interno y 4 piezas de cierre y presión del molde, facilitando tanto el moldaje como el desmolde. Sus dimensiones son de 60 mm de alto, 70 mm de ancho y 55 mm de profundidad.

## Fabricación de propuesta

Tanto el molde como el packaging se modelan en el software 3D Rhinoceros, explorándose texturas y colores en Keyshot, mientras que el molde del macetero se imprime bajo el programa Simplify 3D.

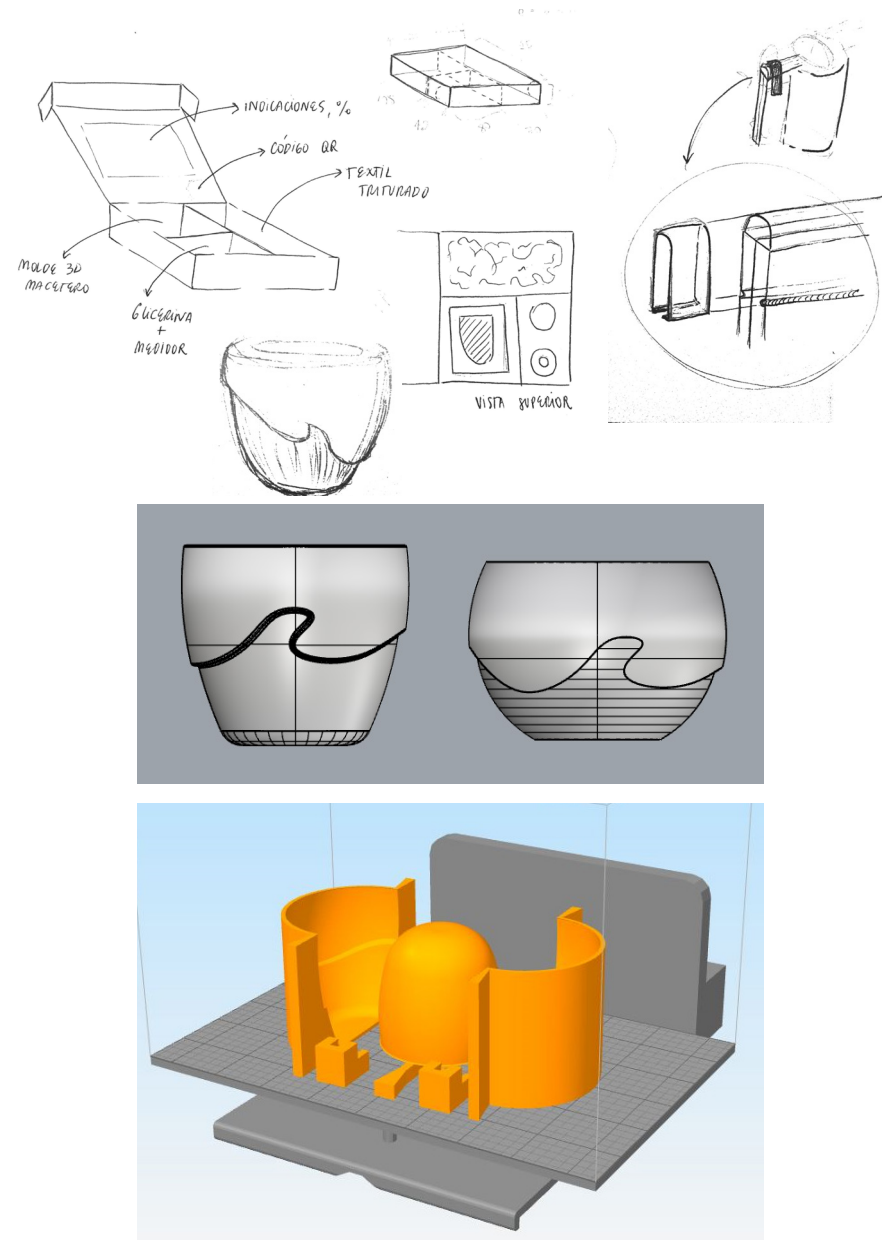


Figura 45. Exploración de formas y fabricación de molde. Superior: bocetaje, disposición de elementos, sistema de cierre de molde. Inferior: Software digitales. Elaboración propia.

## Propuesta 2: Mobiliario.

Esta propuesta se basa en un mobiliario básico enfocado niños y niñas. Tanto como el usuario como la elección de aplicación se basan en resultados obtenidos de las encuestas perceptuales, resultados de matriz de Pugh y características propias del material. Se rescata su compostaje a modo de fin de vida del producto, capacidad de moldeo, buena trabajabilidad general, no tóxico, liviano, posibilidad de colores y texturas.

Se trabaja en el desarrollo de un taburete, definido como un asiento sin respaldo ni posa brazos, encontrándose en diversas alturas dependiendo del área donde se disponga su uso. Se estandariza su altura a 45 cm, siendo esta la asociada a una silla común, y se considera su área de soporte mínimo de 45x45 cm.

Para su desarrollo, se establecen ciertos requerimientos del proceso productivo, del producto y de las y los usuarios.

- Fabricación mediante moldeo, si bien el material presenta buenas condiciones de trabajabilidad, se recomienda preferir moldeo, por su variación de formas y menor cantidad de trabajo posterior, además de mejor acabado.
- Evitar espesores delgados. Según estudios del material, su espesor no puede ser menor a 3 milímetros.
- Desarmable, facilitar el fin de vida del producto.
- Replicable, uso de herramientas sencillas para su replicación en taller.

### Exploración de formas

Se realiza una búsqueda de referentes en torno a taburetes

y formas relacionadas al concepto definido. La propuesta de diseño formal se postula en base al uso de formas geométricas sencillas, sin aristas pronunciadas y curvas amplias, usando mezclas de colores contrastantes para resaltar la visualidad del material, además del uso de dos materiales, sumando madera por su origen natural y amigable.

### Fabricación de propuesta

Se modela la propuesta digitalmente a través del software 3D Rhinoceros, de esta se proyecta el realizar moldes para confección. Se trabaja con fotomontajes para observar el contraste de materiales.



Figura 46. Exploración de formas mobiliario. Elaboración propia.





# Capítulo 3: Resultados



# Exploración de aglutinantes a partir de experimentación.

En base a la experimentación efectuada sumado a las características generales de cada aglutinante anteriormente mencionado, se define el uso de maicena y sus aditivos correspondientes. En la figura 47 se presentan las imágenes de las 4 pruebas de fibra-aglomerante realizadas.



Figura 47. Pruebas de aglomerantes y fibras. Esquina superior izquierda: algodón cera de abeja. Esquina superior derecha: algodón y kombucha. Esquina inferior izquierda: algodón y agar-agar. Esquina inferior derecha: algodón y maicena. Elaboración propia.

Por otra parte, se realiza una exploración en torno a las proporciones de los componentes del aglomerante, para lo que se usan 3 estudios "Bioplastic cook book" (Dunne, 2018), "Recipes for material activism" (Ribul, 2014) y "Research book bioplastic" (Pépin, 2014). Utilizándose 2 proporciones distintas (figura 48 y 49). Por otra parte, en la tabla 18 se muestran las características principales de los componentes del aglomerante.

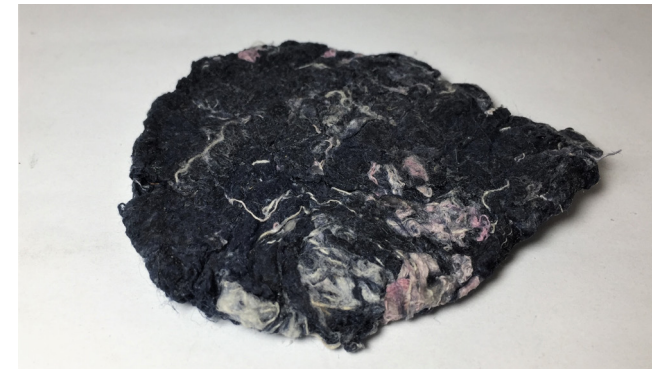


Figura 48. Proporción 1 maicena + aditivos. Elaboración propia.



Figura 49. Proporción 2 maicena + aditivos. Elaboración propia.



Principales características de componentes del material	
	Característica
Maicena	Espesante
Glicerina	Plastificador. Une cadenas de polímeros. Otorga flexibilidad
Vinagre	Antigfúngico
Agua	Sustrato, mientras más agua se evapore, menos grietas se generan

Tabla 18. Resumen pruebas de aglomerantes. Elaboración propia.

De acuerdo a la experimentación de ambos porcentajes, se decide seguir la investigación utilizando la mezcla 1, esto debido a:

- Facilidad de mezcla.
- Acabado no graso.
- Menos flexible, más resistente.
- Menor cantidad de grietas
- Mezcla más homogénea

#### DMA

De acuerdo a los datos obtenidos en el ensayo DMA (figura 50), se determinan los tiempos de curado del aglomerante cercano a los 120°C, alcanzado al momento de aplicar calor a la mezcla, cambiando su textura, color y espesor.

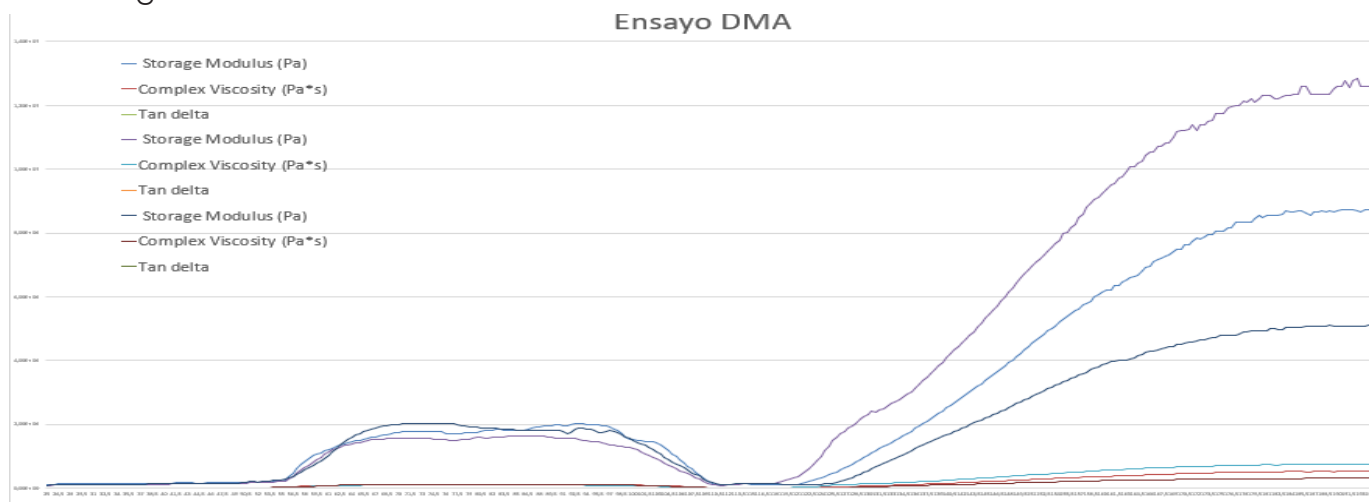


Figura 50. Gráfico ensayo DMA. Obtenido de programa.

## Formatos de fibras.

Se decide trabajar con la fibra en formato mezcla de hilachas obtenidas por rasgado de cepillos metálicos, generando hilachas y polvo fino. Se decide su uso por la presencia de mejor cohesión de fibras, menor cantidad de grietas del material y su posibilidad de ordenamiento de las fibras para generación de patrones. Al no presentar mayor diferencia entre el formato de tela plana y la mezcla de tela plana y de punto se decide trabajar con este último debido a mayor posibilidad de obtención de materia prima.

Se realizan 3 formatos del material para identificar el espesor mínimo, siendo estos 3 mm, 6mm y 10 mm (figura 51). Definiéndose el uso mínimo de 6 mm debido que a los 3 mm se dificulta la homogeneidad del espesor en moldes debido al poco control de las fibras sueltas, resultando una lámina flexible no homogénea y frágil.



Figura 51. Pruebas de espesor, de izquierda a derecha; 3 mm, 6 mm y 10 mm. Elaboración propia.

En la tabla 19 se presentan las proporciones de la receta del material y en la figura 52 se presenta un diagrama del paso a paso de su conformación.

### Receta base

1x Glicerina

1x Maicena

2x Vinagre

2x Algodón triturado

6x Agua\*

\*Considerar uso de aguas residuales.

\*\*Medidas en gramos

Tabla 19. Fórmula de proporciones de receta base del material.

Elaboración propia.



Figura 52. Diagrama paso a paso de conformación del material.  
Elaboración propia.

Su conformación se divide en 6 pasos (figura 52), iniciando con la conformación del aglomerante de acuerdo a la proporción estipulada, considerando el uso de aguas residuales domiciliarias, como de cocción o lavado de verduras. Seguido de esto se disponen los elementos en un recipiente que permita ser expuesto al calor directo, mezclando los elementos en frío para no generar grumos. Se cocina a fuego alto revolviendo constantemente hasta conseguir una mezcla gelatinosa homogénea. Paralelo a esto, se dispone la proporción correspondiente de algodón en una bolsa que permita altas temperaturas y se le agrega la mezcla del aglomerante, se revuelve dentro de la bolsa hasta conseguir una mezcla uniforme sin presencia de algodón seco. Se dispone en un molde a presión y se deja reposar por alrededor de 8 horas, finalmente, se desmolda y se deja secar al aire por alrededor de 40 horas. El proceso total de secado es de 48 horas, variando según el clima. Se puede acelerar el secado del material al someterlo a fuentes de calor en temperaturas menores a 100°C.

Para acelerar el secado, se trabajó con una ampollita infrarroja marca "Tungram" de 250 watts que alcanza 250 °C, disminuyendo su tiempo un 75%. Esto a través de intervalos de exposición a la fuente de calor a una distancia de 20 cm. En la figura 53 se presenta la secuencia utilizada en una probeta de 5 x 5 cm.

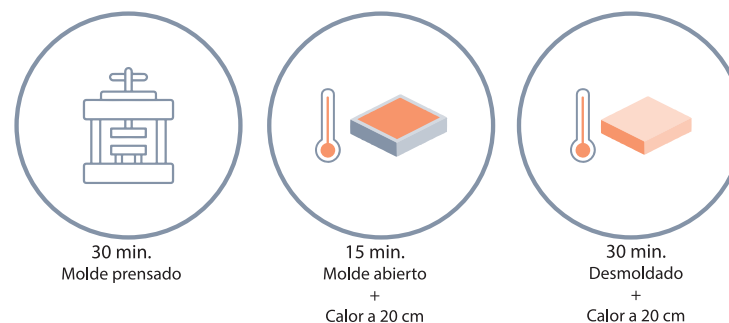


Figura 53. Proceso de secado artificial. Elaboración propia.

# Evaluación del material.

## Ensayos físicos.

### Densidad.

En la tabla 20 se muestra la densidad de 10 probetas, obteniéndose una densidad específica promedio de 0,57 g/cm<sup>3</sup>, equivalente a 570 kg/m<sup>3</sup>.

De acuerdo a su densidad, se puede localizar el material junto a papeles y cartones, y, bajo maderas comunes y bambú (figura 54).

	Lado 1	Lado 2	Alto	Masa	K	Densidad
AM-D1	4,9	5,175	0,5875	8	1	0,537
AM-D2	5,15	5,225	0,7375	10	1	0,503
AM-D3	5,175	5,025	0,6375	10	1	0,603
AM-D4	5	4,975	0,64	9,2	1	0,577
AM-D5	4,875	5,15	0,6125	10	1	0,65
AM-D6	5,05	4,75	0,625	10	1	0,667
AM-D7	5,05	5,2	0,6375	9,2	1	0,549
AM-D8	5,1	4,95	0,65	9,4	1	0,572
AM-D9	5,175	4,975	0,6625	10	1	0,586
AM-D10	5,225	5,075	0,6125	7,4	1	0,455
<b>Promedio</b>						<b>0,57</b>

Tabla 20. Densidad probetas. Elaboración propia.

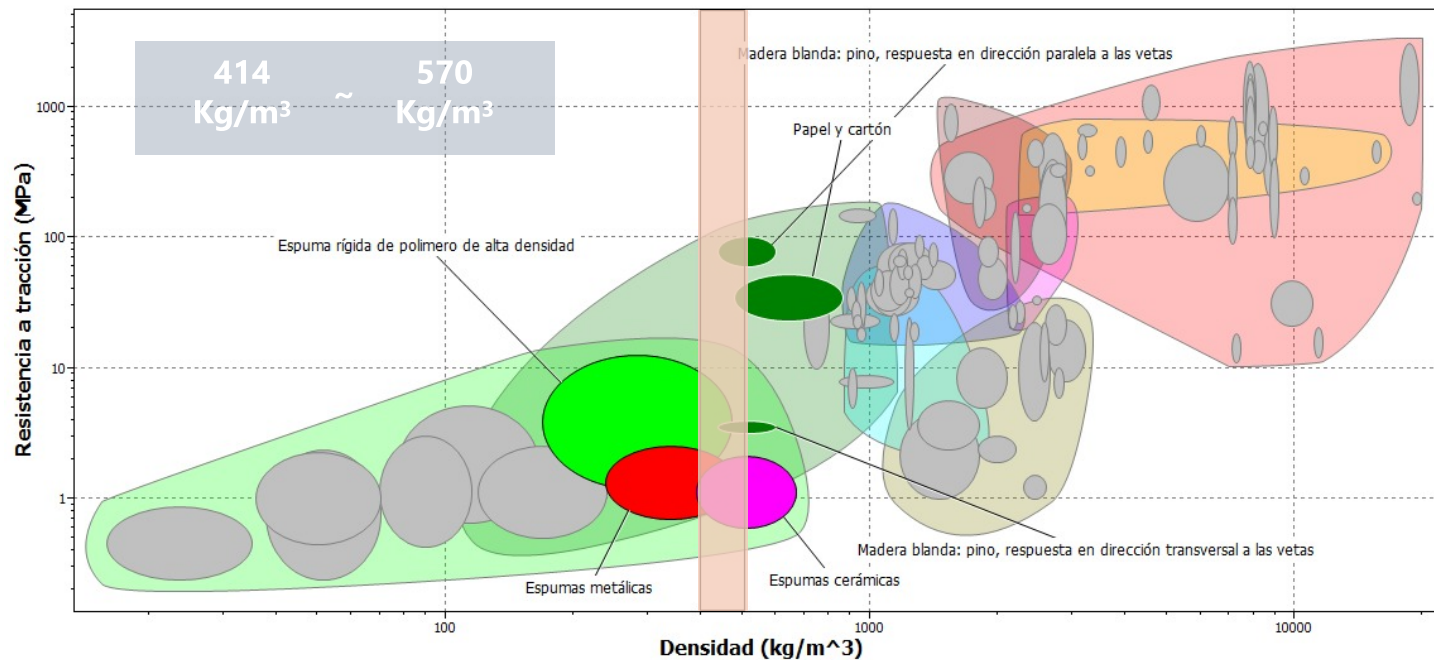


Figura 54. Gráfico de ubicación de densidad del material. Programa CesEduPack.



## Absorción de agua e hinchamiento.

En la tabla 21 se visualiza un resumen del ensayo de absorción de agua e hinchamiento, donde se registran los promedios de masa y altura de las 4 probetas. En esta se calcula el porcentaje de aumento de los parámetros en sus 2 intervalos, a las 2 horas y a las 22 horas siguientes, obteniéndose un aumento final de 4% en el espesor y un 69% en aumento de masa (figura 55).

De este ensayo se puede concluir la buena estabilidad dimensional presentada por el material.

	Masa	Altura
Inicial	9,65	0,63125
2 hrs.	15,6	0,64375
Final	16,35	0,65625
% Aumento		
	Masa	Altura
2 hrs.	61,65%	2%
Final	69,43%	4%

\*Masa en gramos, altura en centímetros.

Tabla 21. Resultados obtenidos de ensayo de absorción de agua e hinchamiento. Elaboración propia.

## Porcentaje de aumento

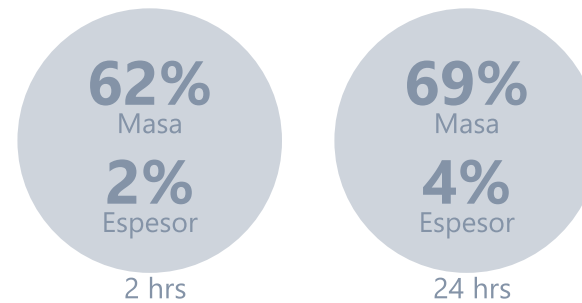


Figura 55. Resumen ensayo absorción de agua e hinchamiento  
Elaboración propia.

## Ensayos mecánicos.

### Ensayo de resistencia a la flexión.

Según datos obtenidos, el material desarrollado se posiciona cercano a las familias de cueros y espumas rígidas, obteniéndose su módulo de elasticidad (MOE) y módulo de ruptura (MOR), siendo 24,1 MPa y 0,9 MPa correspondientemente (Figura 56).

En el anexo 3 se presenta un gráfico de la ubicación del material desarrollado en comparación a otros materiales y sus valores de Módulo de Young.

**MOE = 24,1 MPa**  
**MOR = 0,9 MPa**

Figura 56. Valores para módulo de elasticidad y módulo de ruptura del material. Elaboración propia.

### Ensayo Tensión perpendicular a la superficie, Internal Bond.

Según datos obtenidos, el material desarrollado se posiciona cercano a la familia de espumas flexibles, con un valor de 0,04 MPa (Figura 57).

En el anexo 4 se presenta un gráfico de la ubicación del material desarrollado en comparación con otros materiales y sus respectivos valores de su resistencia a la tracción.

**IB = 0,04 MPa**

Figura 57. Valor obtenido para la cohesión interna de las partículas. Elaboración propia.

## Ensayos de resistencia a agentes externos.

### Degradabilidad.

En la figura 58 se observan los cambios de masa de las 4 probetas en el transcurso del ensayo durante los meses de junio y diciembre del año 2020, donde la zona azul corresponde a los meses de invierno, mientras que la zona roja corresponde a los meses de verano.

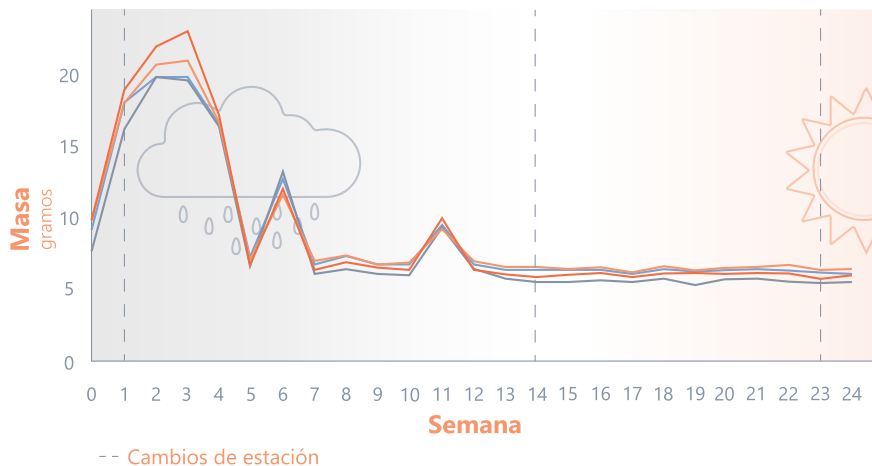


Figura 58. Gráfico de evolución de masa ensayo de degradabilidad.  
Elaboración propia.

Durante las semanas 0 a 4 se observa aumento de masa sin cambios dimensionales, adjudicado a la presencia de lluvias constantes, agua y humedad, correspondiendo a los meses de junio y julio.

De la semana 5 en adelante, la masa comienza a disminuir, coincidiendo con los meses de menor lluvia y humedad, además de su mayor exposición al sol y aumento de grados Celsius.

En la figura 59, se visualiza el cambio dimensional de las probetas durante la duración del ensayo, registrándose la semana inicial (0) y final (24), observándose una reducción fluctuante entre 3% y 4%.

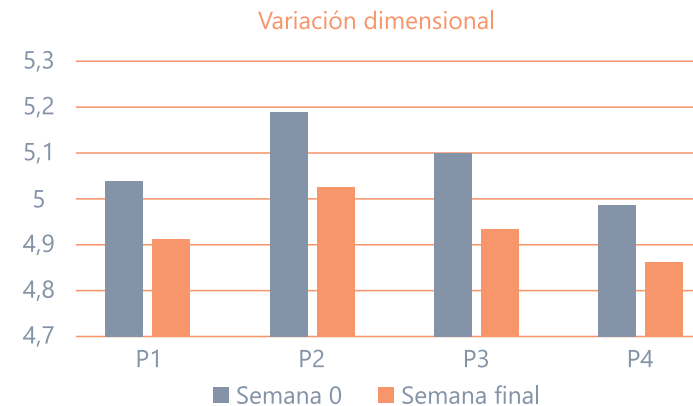


Figura 59. Gráfico variación dimensional ensayo de degradabilidad.  
Elaboración propia.

Por otra parte, la figura 60 muestra la evolución del espesor, la cual se mantiene constante, teniendo leves cambios fluctuando entre 0% y 6%.

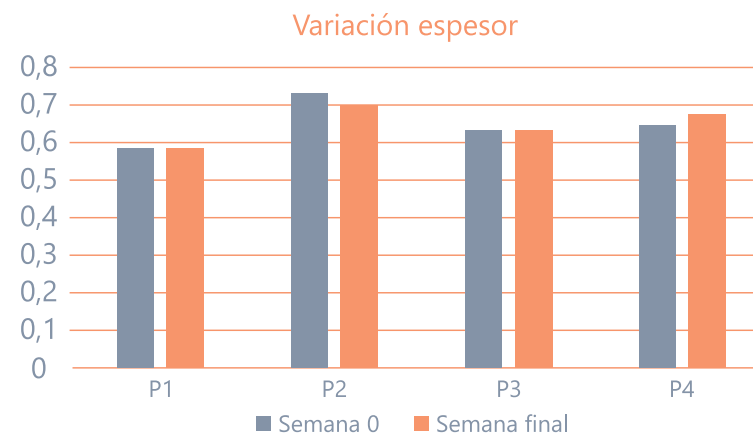


Figura 60. Gráfico variación de espesor ensayo de degradabilidad.  
Elaboración propia.

De este ensayo se reafirma la buena estabilidad dimensional del material, y se destaca su buena resistencia frente a agentes naturales, microorganismos, lluvias, sol, entre otros, visualizándose leves alteraciones en algunas esquinas (figura 61).

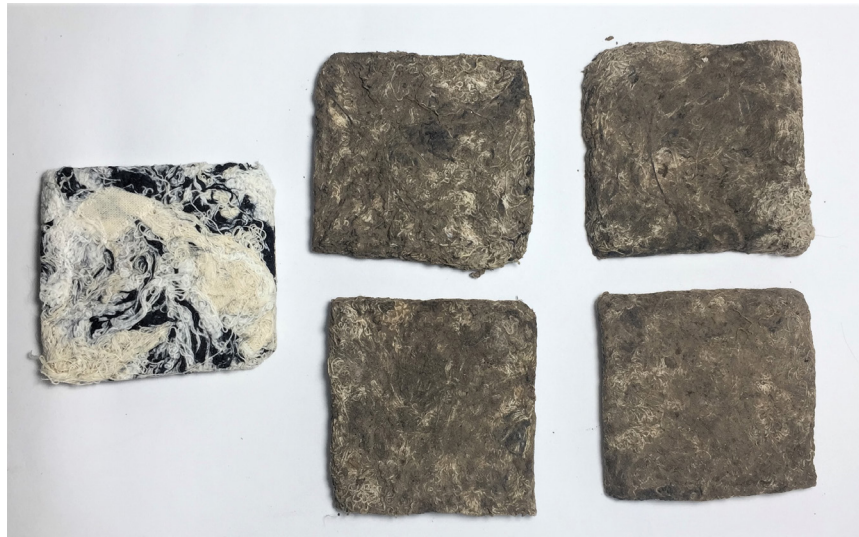


Figura 61. Fotografía de probetas al final el ensayo. Elaboración propia.

## Compostaje.

En la figura 62 se presenta la evolución de masa durante la semana 0 a 8, visualizándose un gran aumento asociado a clima lluvioso siendo entre -9% y +30%, en la figura 63 se observan sus cambios dimensionales donde se observan variaciones debido a la flexibilidad de las probetas, correspondiendo a variaciones entre -1,5% y +0,2%, y, por último, en la figura 64 se presentan los cambios de espesor los que poseen el menor grado de cambios, disminuyendo entre 0% y 2%.

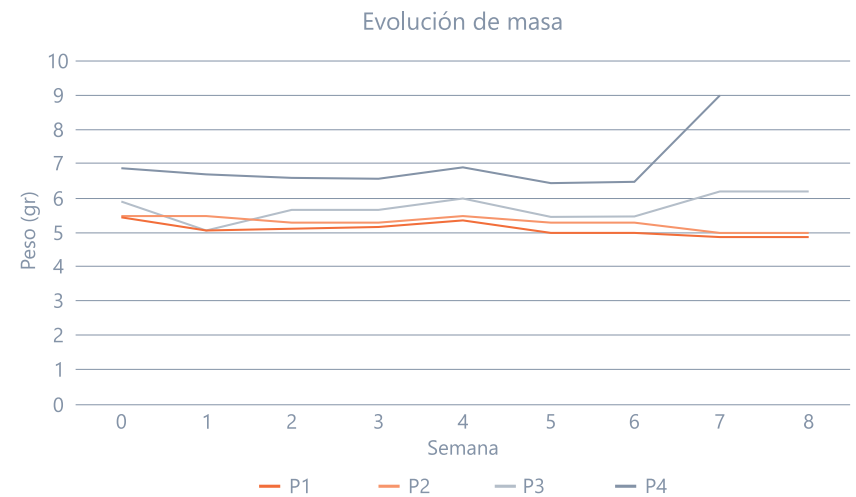


Figura 62. Gráfico evolución de masa ensayo de compostaje. Elaboración propia.



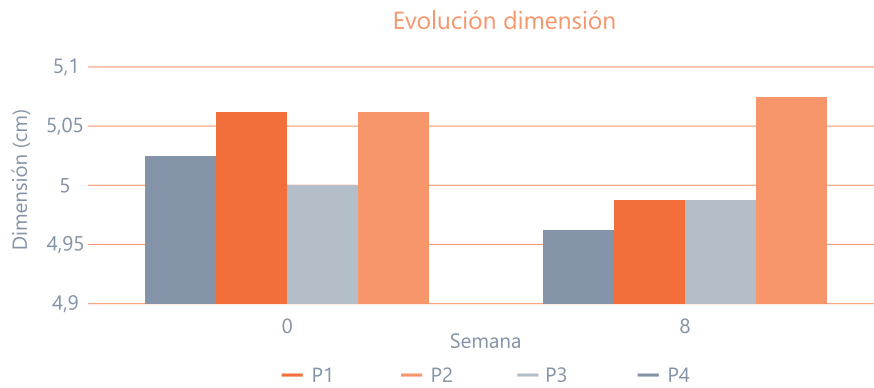


Figura 63. Gráfico evolución dimensional de ensayo de compostaje.  
Elaboración propia.

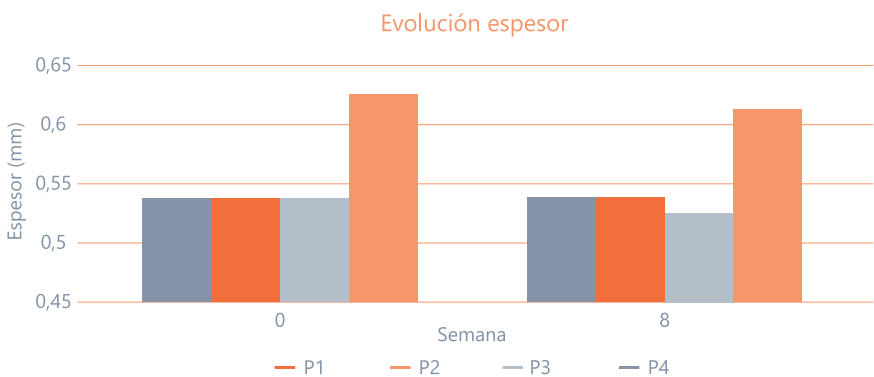


Figura 64. Gráfico evolución de espesor de ensayo de compostaje.  
Elaboración propia.

Como se menciona anteriormente, desde la semana 9 se comienzan a notar cambios drásticos en la descomposición de las probetas imposibilitando su registro habitual. Se evidencia gran presencia de insectos y crecimiento de plantas entre sus fibras, las cuales se desgarran con facilidad y son blandas al tacto sin perder su forma. En la figura 65 se presenta el registro fotográfico de la semana 9, donde se diferencia una probeta en particular por su buena composición, esto debido a la disposición en la que se encontraba esta probeta al interior del recipiente al momento de su registro, concluyendo en que su nivel de descomposición dependerá de dos factores principales: que tan inmersas se encuentran en la tierra y si presentan o no adheridos restos de residuos orgánicos en descomposición.



Figura 65. Imagen registro semana 9 (izquierda) y final (derecha).  
Elaboración propia.

## Resistencia a reactivos químicos.

En la figura 66 se presentan las probetas posteriores al ensayo.

Suero (figura 66a): Se deshilacha y se expanden las fibras, tras ser secada se genera una probeta muy frágil, conservando su forma y diámetro. Se aprecian rasgaduras considerables.

Alcohol (figura 66b): La probeta se endurece, haciéndola quebradiza, presenta buena resistencia al generar fuerza horizontal a su plano, mientras que presenta baja resistencia perpendicular a su plano.

Cloro (figura 66c): Nula resistencia. Pierde color, forma y cohesión de fibras.

Lavalozas (figura 66d): Similar a lo que ocurre con el suero, se genera una probeta blanda con tendencia a perder su forma, pierde material dentro del recipiente donde se encuentra sumergida. Cuando se seca, se forma una probeta quebradiza, frágil y de fibras expandidas. Presenta rasgaduras considerables.

Diluyente sintético (figura 66e): De textura semi dura similar a lo que ocurre con el alcohol, cuando se seca su consistencia es similar al inicio de la prueba.

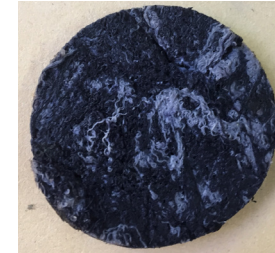


Figura 66a. Suero. Elaboración propia.



Figura 66b. Alcohol. Elaboración propia.



Figura 66c. Cloro. Elaboración propia.



Figura 66d. Lavalozas. Elaboración propia.



Figura 66e. Diluyente sintético. Elaboración propia.



Figura 66f. Original. Elaboración propia.

Figura 66. Probetas posteriores a ser sumergidas en químicos. Elaboración propia.

En la figura 67 se presenta la variación de masa de las probetas previamente sumergidas, post sumergidas y transcurrida 1 semana de sumergidas. Sus resultados concuerdan con los datos recopilados de sus análisis visuales y sensoriales, grados de fragilidad/resistencia de las probetas. La variación de porcentajes de las probetas iniciales y finales en húmedo varían entre los 72% y 229%, mientras que las probetas inicial y final en seco entre 0% y -23,6%.

En la figura 68, se observan las variaciones de diámetro de las probetas, obteniéndose porcentajes de variación de diámetro inicial y final húmedo entre los -4% y 4%, e inicial y final seco entre 0% y -3,2%, considerándose una variable no relevante de cambios.

En la figura 69 se presenta la variación de espesor de las probetas, donde la comparativa entre espesor inicial y final húmedas se observan cambios que fluctúan entre los -10% y 11%, siendo las probetas sumergidas en suero y lavalozas las menos afectadas (AM-RQ1 y AM-RQ4). Por otra parte, las probetas de alcohol y diluyente sintético (AM-RQ2 y AM-RQ5) presentan mayores cambios en cuanto a su promedio de espesor, presentándose en estas las dos medidas límites, aumentando en el alcohol y disminuyendo en el diluyente sintético.

En cuanto a la comparativa entre espesor inicial y final en seco se presentan cambios considerables en todas las probetas, correspondiendo a la eliminación de agua y, por tanto, probetas secas menos maleables.

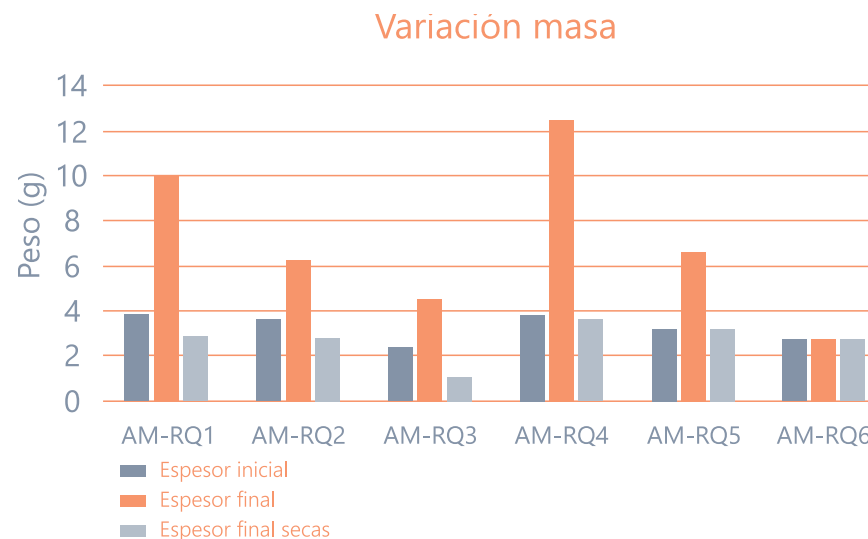


Figura 67. Variación de masa ensayo de reacción frente a reactivos químicos. Elaboración propia.

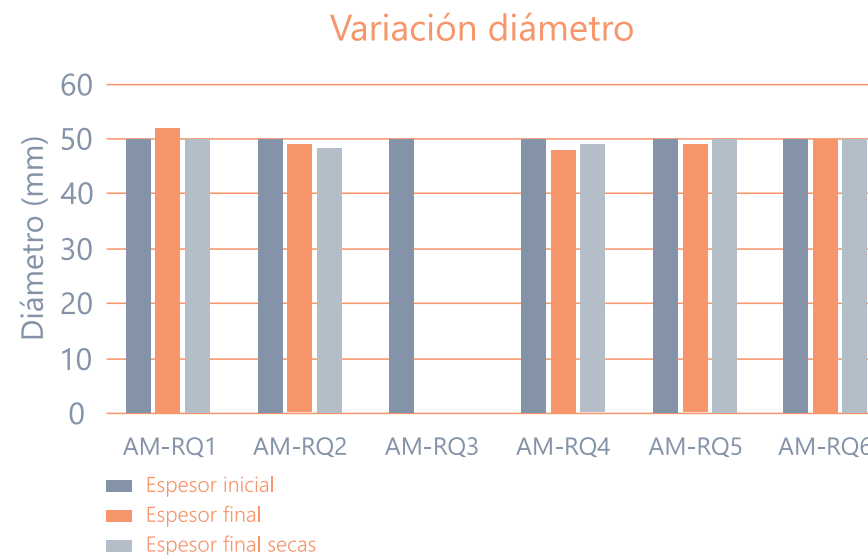


Figura 68. Variación de diámetro ensayo de reacción frente a reactivos químicos. Elaboración propia.

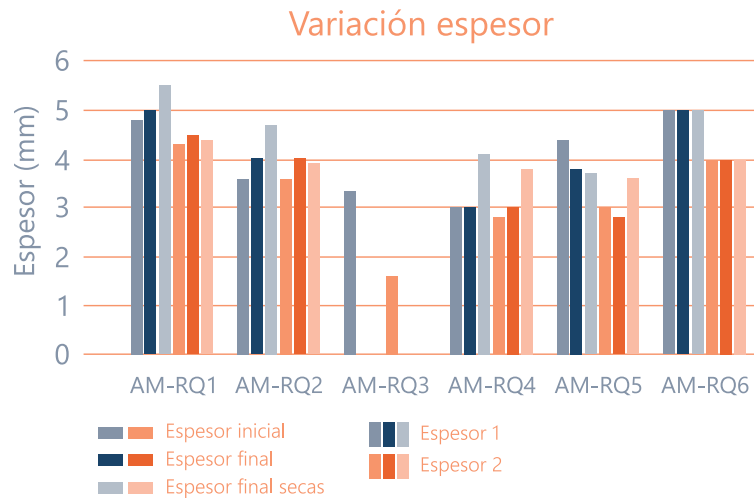


Figura 69. Variación de espesor ensayo de reacción frente a reactivos químicos. Elaboración propia.

Por último, en la tabla 22 se presenta una tabla resumen de los porcentajes de cambio obtenidos de la fórmula postulada en la norma, resumiendo el análisis efectuado en los gráficos anteriores.

	Masa	Diámetro	Espesor	Valor
AM-RQ1	-163%	-4%	-4,3%	Bajo
AM-RQ2	-72%	2%	-11%	Alto
AM-RQ3	-87,5%	-	-	Bajo
AM-RQ4	-229%	4%	3,5%	Bajo
AM-RQ5	-106,2%	2%	10%	Alto

\*Número negativos corresponden al aumento en relación al valor inicial, mientras que los número positivos corresponden a una disminución

\*\*Cálculos realizados con valores finales húmedos

\*\*\*El porcentaje de espesor corresponde a un promedio de espesores de la probeta

\*\*\*\*Columna valor: Bajo: mala respuesta a químico. Medio: Pierde forma y disminuye su resistencia. Alto: Presenta muy bajo nivel de cambio.

Tabla 22. Tabla resumen de porcentajes de cambios ensayo. Elaboración propia.



## Resistencia a rayos UV.

Se presenta alto grado de cambio visual del material, destiñéndose de sobremanera en caras expuestas al sol, mientras que las caras no expuestas no sufren cambio aparente, de la misma forma, no se presenta cambios aparentes en su resistencia física.

En la figura 70 se contrastan los cambios visuales obtenidos en la comparativa de probetas pre ensayo y probetas finales.

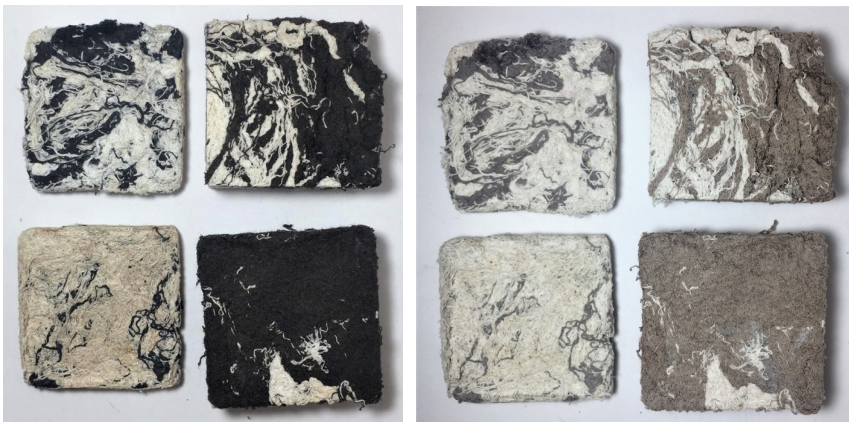


Figura 70. Izquierda: probetas pre ensayo. Derecha: probetas post ensayo.  
Elaboración propia.

## Trabajabilidad.

En la tabla 23 se presentan los grados otorgados a las diferentes pruebas de corte realizadas, donde ninguna herramienta presenta mayor dificultad al momento de corte, por lo que se evalúan de acuerdo a el resultado obtenido.

Corte					
Grado	1	2	3	4	5
Tijera	X				
Cuchillo cartonero	X				
Sierra			X		
SERRUCHO				X	
Herramienta multipropósitos		X			
Sierra caladora			X		
Sierra ingleteadora			X		

Tabla 23. Grados ensayos de corte. Elaboración propia.

Corte láser.

Se utilizan los valores establecidos para corte y grabado en la máquina para MDF de 3 mm, donde se obtiene un corte prolijo, con nivel medio alto de quemado del material, sobre el promedio en corte láser. Se le otorga grado 1. Para corte se trabaja con velocidad de 6 y potencia de 50, mientras que grabado se utiliza velocidad 25 y potencia de 16.



Figura 71. Probetas de ensayo de corte. De arriba a abajo, de izquierda a derecha: Sierra caladora, Dremel, Sierra ingleteadora, Serrucho, Sierra, Corte láser, Tijeras y cuchillo cartonero, y Corte láser. Elaboración propia.

En la tabla 24 se muestran los grados otorgados a las distintas herramientas de desbaste utilizadas, presentándose buenos resultados con lijas manuales y mecánicas, destacándose los malos resultados obtenidos con escofina por la agresividad de la herramienta.

Desbaste					
Grado	1	2	3	4	5
Lija 50	X				
Lija 150	X				
Lija 220	X				
Lija 240	X				
Lima			X		
Escofina				X	
Lija circular		X			
Lija de banda		X			

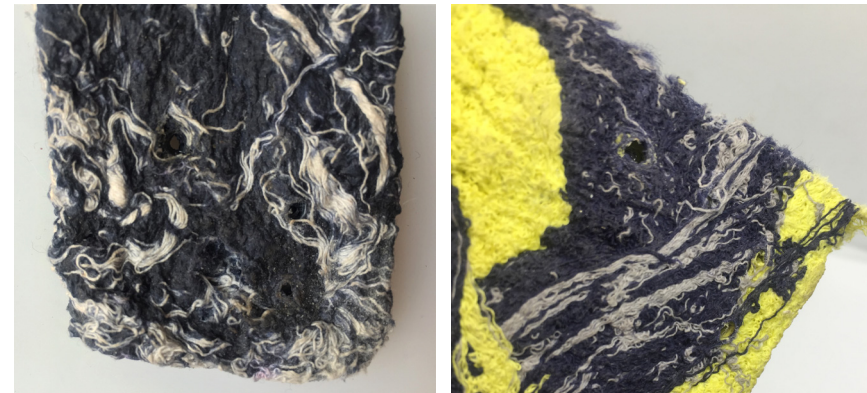
Tabla 24. Grados ensayos de desbaste. Elaboración propia.



Figura 72. Probetas de ensayo de desbaste. Izquierda: lija de banda y circular. Centro: lima y escofina. Derecha: Lijas manual. Elaboración propia.

Por último, en la tabla 25 se disponen los grados otorgados a las distintas herramientas de perforación utilizadas, presentándose mejores resultados con herramientas de menor potencia, de lo contrario, la fibra se enreda en las brocas dañando el material y quedando restos de este en la herramienta utilizada (figura 73).

Con este ensayo se descarta la posibilidad de pruebas futuras con router CNC.



Perforación					
Grado	1	2	3	4	5
Taladro 4mm madera				X	
Taladro 6mm madera					X
Taladro 2 mm metal	X				
Taladro 3 mm metal	X				
Tornillo 1"	X				

Tabla 25. Grados ensayos de perforación. Elaboración propia.

Figura 73. Resultados pruebas de perforación. Elaboración propia.

En las pruebas de corte, los mejores resultados se obtienen con herramientas manuales sin dientes (tijera y cuchillo cartonero), con las demás herramientas se obtienen buenos resultados presentando grado medio de fibras sueltas. En relación al corte láser se observa gran porcentaje de bordes quemados.

El desbaste tiene buenos resultados a excepción de la escofina, provocando gran daño en las muestras.

Se recomienda solo perforación manual debido a la naturaleza de las fibras frente a gran potencia.



## Moldeo.

De este ensayo se desprende:

- Baja capacidad de copia de texturas, nula en texturas leves.
- Muy baja copia de aristas (90°).
- Buena conservación de formas en el tiempo.
- No se adhiere a moldes metálicos y de polímeros (PLA)
- En moldes de madera se presentan dificultades debido a la pérdida del agua del material y adherencia de moldes en el material, viéndose necesario el uso de elemento de desmolde.
- Se requiere el uso de moldes con capacidad de abrirse debido a la necesidad de pérdida de agua, y, por tanto, curado del material.

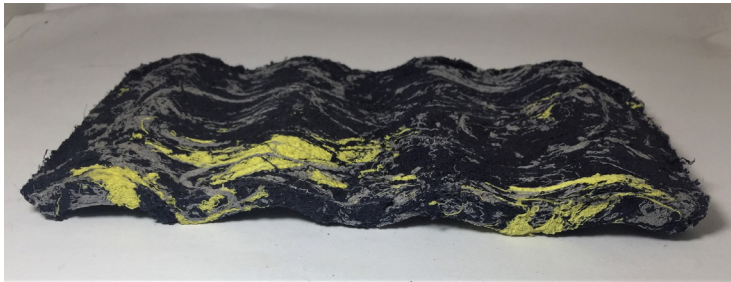


Figura 74. Resultado prueba de moldeo, curvas, molde PLA. Elaboración propia.

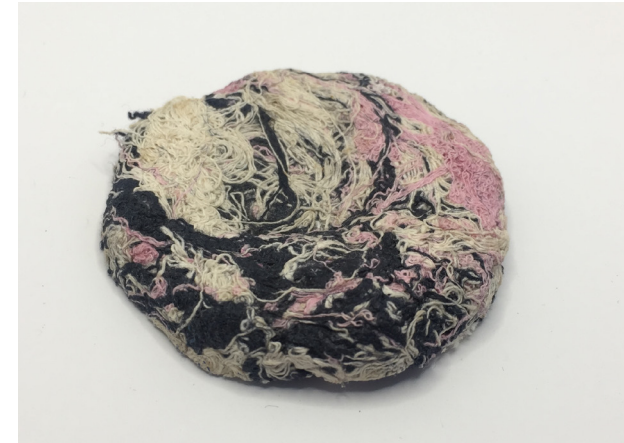


Figura 75. Resultado prueba de moldeo, molde metálico. Elaboración propia.



Figura 76. Resultado prueba de moldeo, calavera, molde PLA. Elaboración propia.



## Teñido y patrones.

En la tabla 26 se presentan los pigmentos en sus dos variables, cantidad utilizada y observaciones de uso.

Resultados pruebas de teñido			
Formato	Tipo	Cantidad	Observaciones
Líquido	Betarraga	17 gr	Utilizada como sustituyente del agua de conformación del material. Mantiene color leve que se pierde con el tiempo
	Té negro	17 gr	Utilizada como sustituyente del agua de conformación del material. No toma color
Polvo	Curry	0,5 gr	Utilizado como aditivo a la mezcla. Preserva el olor del polvo, color más saturado, mayor duración en el tiempo
	Cúrcuma	0,5 gr	Utilizado como aditivo a la mezcla. Preserva el olor del polvo, color más saturado, mayor duración en el tiempo

\*Probetas de 50x50x6 mm

Tabla 26. Resumen resultados prueba de teñido. Elaboración propia.

Si bien se obtienen mejores resultados de pigmentos mezclando las mismas fibras de algodón de diversos colores, se exploran teñidos naturales de uso cotidiano para fibras de colores claros, como blanco, beige y crema. Esto a modo de exploración frente a la preocupación de uso de agua potable en la conformación del material, concluyendo el trabajar el material con aguas residuales domiciliarias.

Como se aprecia en las fotos (figura 77), los pigmentos en formato polvo se adhieren mejor al material, tanto inicial como durante el tiempo, mientras que los pigmentos en líquido poseen saturación baja disminuyendo en el tiempo.

Por otra parte, los colorantes en polvo, por su naturaleza, presentan fuerte aroma, perdurando en el tiempo y, por tanto, en las probetas.

En relación al ordenamiento de fibras, en la figura 78 se presentan los resultados.

Se concluye que se requiere mayor nivel de control de las fibras, implicando mayor cuidado al momento de mezcla del material compuesto y uso de fibras más cortas para mover y acomodar con facilidad.

Se recomienda realizar más pruebas en este ámbito para identificar sus posibilidades de cambios de resistencia en la placa a generar.

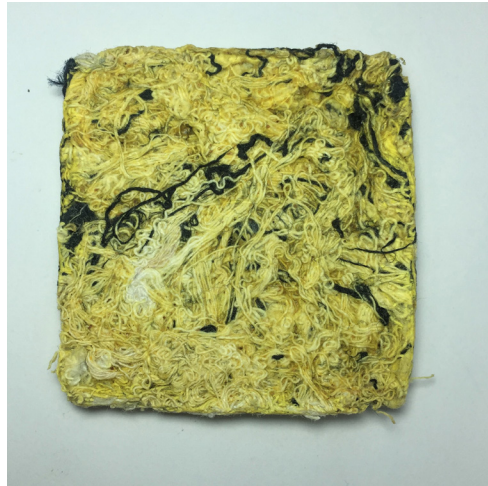


Figura 77. Resultado prueba de teñido Superior: teñido con polvo, curry.  
Inferior: Teñido con líquido, betarraga. Elaboración propia.

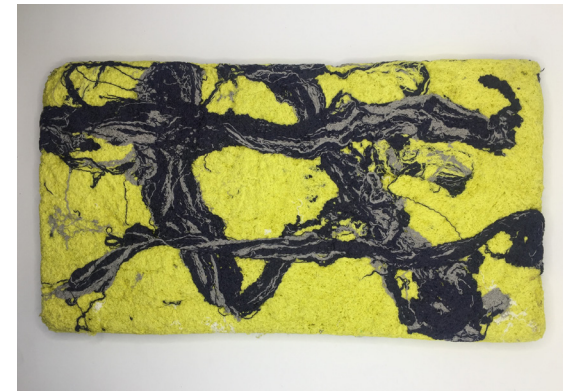


Figura 78. Resultado prueba de patrones. Elaboración propia.

## Perceptuales.

Sus resultados se dividen en dos secciones, en primera instancia se encuentran los resultados obtenidos en el diferencial semántico, donde en la figura 79 se diferencian 4 segmentos, 3 de ellos corresponden a los grupos de personas encuestados, personas del mundo de las artes (AA), consumidores/as conscientes (CC) y grupo de control (C), y uno al promedio total del universo encuestado.

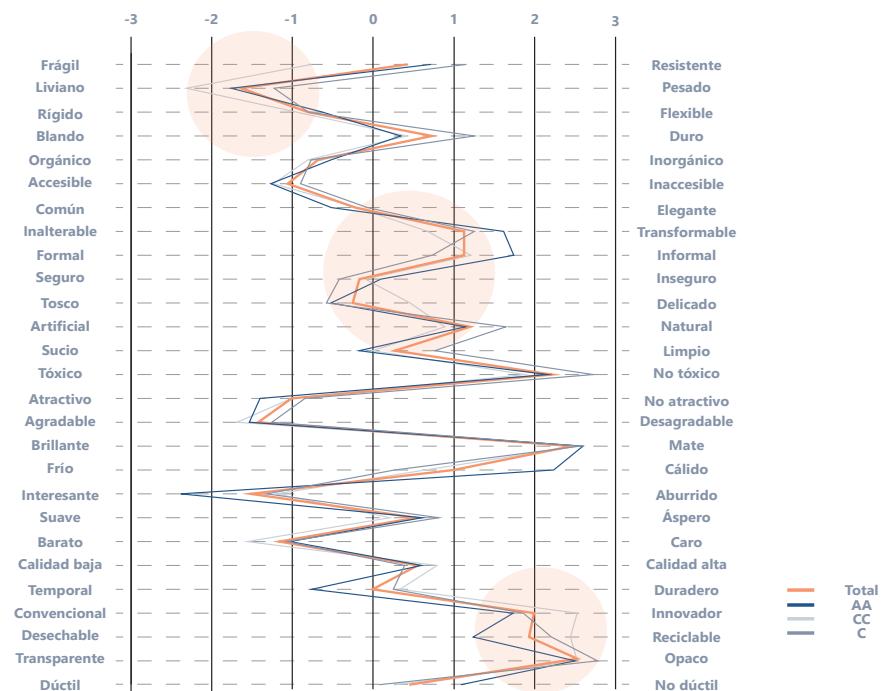


Figura 79. Gráfico encuesta perceptual. Elaboración propia.

Del diferencial semántico se pueden observar leves diferencias entre el segmento CC y los segmentos AA y C, resaltados en círculos de color, estos son: liviano-pesado, seguro-inseguro, tosco-delicado, frío-cálido, interesante-aburrido y convencional-innovador, asociando estas diferencias a dos posibles escenarios, la naturaleza misma de los grupos y las variaciones efectuadas en respuestas físicas y virtuales.

Del gráfico se destaca la neutralidad del material, concentrándose generalmente entre los valores -1 y +1. De los conceptos que salen de estos rangos se dividen en 2 grupos: más cercanos al rango y más lejano al rango, presentados en la tabla 27.

Conceptos fuera de rango entre -1 y +1	
Más cercanos al rango	Más lejanos al rango
Liviano	No tóxico
Agradable	Mate
Interesante	Innovador
Barato	Opaco

Tabla 27. Conceptos fuera de rango neutral. Elaboración propia.

Por otra parte, se realiza un gráfico para observar posibles diferencias existentes entre las encuestas realizadas en formato físico y virtual (figura 80). Si bien sus proporciones no son comparables (76% virtuales y 24% físicas), se realiza a modo de acercamiento, presentándose relativamente similares sin puntos rescatables.

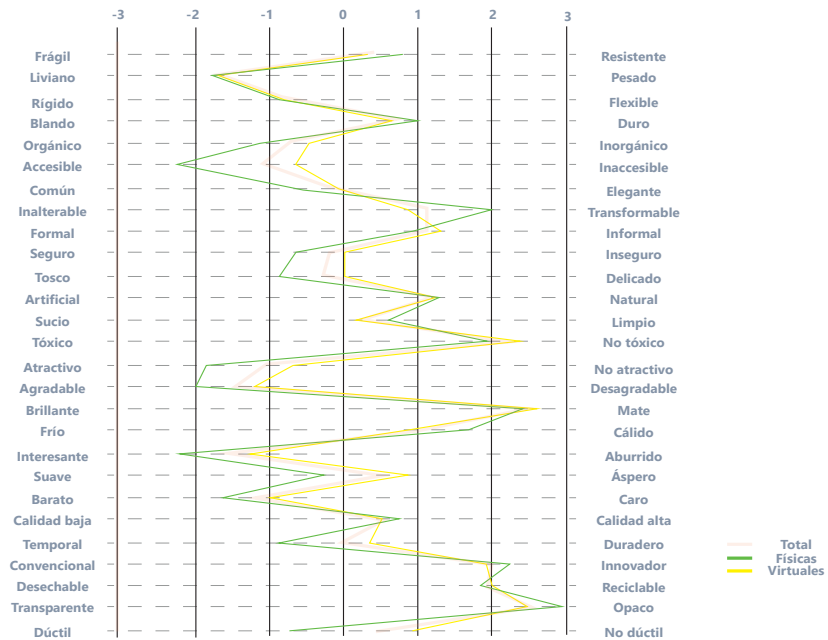


Figura 80. Diferencial semántico, diferencias entre plataformas de elaboración de encuesta. Elaboración propia.

Por otra parte, de las preguntas abiertas se destaca:

- Un 68,4% se considera consumidor consciente, donde solo un 24% cumple los requisitos adoptados para la investigación.
- Casi la totalidad de las personas encuestadas lo percibe como un material de interior y exterior.
- Un 100% tendría contacto directo con el material.
- En los ámbitos de usos los más recurrentes son: jardín y revestimiento.
- Los mayores porcentajes para la percepción de durabilidad del material en uso son años con un 57,9% y meses con un 26,3%.
- Los mayores porcentajes para la percepción de durabilidad del material en el medio ambiente son años con un 36,8%, meses con un 31,6% y semanas con un 21,1%.

Y, finalmente, se realiza una recopilación de los conceptos que evoca el material, presentados en la figura 81, donde los conceptos de mayor tamaño son los que más se repiten.



Figura 81. Conceptos rescatados de encuesta perceptual. Elaboración en aplicación mentimeter.



## Ficha técnica.

Composición						
Algodón triturado	55%		Aglutinante maicena	45%		
Propiedades mecánicas			Trabajabilidad*			
	Método de ensayo	Valor		Método de ensayo	Grado	
Cohesión interna (IB)	ASTM D1037	0,04 MPa	Corte	ASTM D1666	-	
Módulo de elasticidad (MOE)	ASTM D1037	24,1 MPa	Manual		2	
Módulo de rotura (MOR)	ASTM D1037	0,9 MPa	Mecánico	3		
Propiedades físicas			Desbaste			
	Método de ensayo	Valor	Manual	ASTM D1666	-	
Densidad	ASTM D1037	570,36 kg/m <sub>3</sub>	Mecánico		2	
Hinchamiento	ASTM D1037	4%	Perforación			
Absorción de agua	ASTM D1037	69,43%	Manual	ASTM D1666	-	
			Mecánico		3	
Resistencia a agentes externos			Propiedades perceptuales			
	Método de ensayo	Valor	Resistente	<input type="checkbox"/>	No tóxico	<input type="checkbox"/>
Rayos UV	Exámen visual	Decoloración	Liviano	<input type="checkbox"/>	Atractivo	<input type="checkbox"/>
Degradabilidad	Exámen visual	Media	Rígido	<input type="checkbox"/>	Agradable	<input type="checkbox"/>
Compostaje	Exámen visual	Alta	Duro	<input type="checkbox"/>	Mate	<input type="checkbox"/>
Reactivos químicos	Nch 1825	-	Orgánico	<input type="checkbox"/>	Cálido	<input type="checkbox"/>
Suero fisiológico		Bajo	Accesible	<input type="checkbox"/>	Interesante	<input type="checkbox"/>
Alcohol		Alto	Común	<input type="checkbox"/>	Áspero	<input type="checkbox"/>
Cloro		Bajo	Transformable	<input type="checkbox"/>	Barato	<input type="checkbox"/>
Lavalozas		Bajo	Informal	<input type="checkbox"/>	Calidad alta	<input type="checkbox"/>
Diluyente sintético		Alto	Seguro	<input type="checkbox"/>	Innovador	<input type="checkbox"/>
Otras			Tosco	<input type="checkbox"/>	Reciclable	<input type="checkbox"/>
	Método de ensayo	Valor	Natural	<input type="checkbox"/>	Opaco	<input type="checkbox"/>
Teñido natural	Exámen visual	Medio	Limpio	<input type="checkbox"/>	Dúctil	<input type="checkbox"/>
Moldeo	Exámen visual	Si				

\*Promedio de grados obtenidos con distintas herramientas

Tabla 28. Ficha técnica del material. Elaboración propia.

# Exploración de aplicación y diseño formal.

## Factor humano ligado al proyecto.

El proyecto se enfoca en un lineamiento de personas cercanas al mundo maker y consumidores/consumidoras conscientes. Estos grupos se consideran en exponencial crecimiento, visibilizado en el aumento de espacios de desarrollo (makerspaces, fablabs, etc), encontrándose alrededor de 900 a nivel global y 4 en Chile (inscritos/oficiales) ("Makerspaces," 2021) y, el aumento en cifras de personas con dietas y/o estilos de vida basado en pantas (veganos/as, vegetarianos/as, entre otros), donde actualmente en Chile un 6% de la población no consume carne (Romero, 2018). Por otra parte, Chile es el segundo país con menor tasas de reciclaje pertenecientes a la OCDE (Quilodrán, 2020), por esto, se han desarrollado alternativas gubernamentales como reciclado orgánicos (MMA, 2020) y la ley REP (2016).

Dentro de la presente investigación se diferencian dos grupos de personas de enfoque, ligados a las dos propuestas generadas; por un lado, están los usuarios y usuarias y, por otra parte, los beneficiarios y beneficiarias, asociados a producto mínimo viable I y II correspondientemente.

## Usuarios y usuarias.

Este grupo se destaca por estar en el rango etario entre los 20 y 35 años, afines a áreas creativas e ingenierías, pertenecientes a dos áreas: cultura maker y consumidor/a consciente. Este rango etario se abarca por dos motivos. El primero hace referencia a los requisitos presentados por el proceso productivo del material, donde se debe trabajar con fuego directo y trabajo con herramientas mecánicas. El segundo alude a las áreas de trabajo y conocimiento de las personas, encontrándose comúnmente personas en formación o con conocimientos previos del mundo maker, uso de tecnologías o interés por este.

Estas personas se caracterizan por poseer conocimientos básicos de uso de herramientas mecánicas y prototipado digital. Se destaca su trabajo en comunidad y la creación de redes que esta genera, convergiendo en el aprender y compartir conocimientos. En cuanto a su afinidad con el mundo del consumo consciente, se encuentra su preocupación por el medio ambiente, la disminución de residuos, el consumo local, y, el interés por el trabajo en comunidad y la creación de redes, este punto también esté ligado a las diferencias en estilos de vida y/o dietas, como lo es el veganismo, vegetarianismo, naturistas, entre otros. Algunas de las organizaciones y/o espacios ligados a estas dos áreas son fablabs, fundación Mingako, Precious Plastic, Disco sopa, entre otros.

El prototipo mínimo viable I se dirige a personas sin conocimientos o con conocimientos básicos de materiales compuestos biobasados, entregándole el conocimiento y herramientas básicas para su formación, estudio y/o desarrollo en área.

En la figura 82 se presenta un moodboard de el/la usuario/a asociado a una paleta de color. En este moodboard se destaca la unión naturaleza-tecnología y la tendencia a las prácticas tradicionales, manuales.



Figura 82. Moodboard usuario-usuaria. Elaboración propia.

## Beneficiarios y beneficiarias.

A este grupo se le denomina como el/la agente de uso del producto, abarcando dos grupos etarios: niñas y niños, y, por ende, su tutor/a, este grupo se desprende de resultados obtenidos de la matriz de Pugh.

Si bien este grupo puede pertenecer al mismo que el/la usuario/a, se enfoca principalmente en personas que obtienen el producto, independiente del medio (regalo, compra, obsequio, conformación propia, entre otros).

Al igual que el punto anterior, los y las beneficiarias se caracterizan por encontrarse ligados/as al mundo del consumidor/a consciente.

Se trabaja en torno a edades entre los 4-8 años. Considerándose una altura de mobiliario (asiento) entre 30 y 40 centímetros, con un área de soporte de entre 30 y 40 cm de diámetro.

## Conceptualización.

Prototipo mínimo funcional: Calidez modesta.

La mayor importancia del material radica en la fácil identificación de la materia prima, atribuyéndosele características propias de textiles. De la misma forma, al trabajar con materiales nobles se destaca su procedencia natural. De las encuestas perceptuales se destaca la alusión a lo orgánico del material, reflejada en detalle en su similitud con agua, raíces y conexiones nerviosas.

La calidez hace referencia principalmente a características del algodón textil, viéndose como un material acogedor y agradable de procedencia conocida y común, mientras que lo modesto hace referencia tanto a la materia prima como al material como tal, percibiéndose su relación con la naturaleza, la imperfección y lo sencillo, evidenciado en la encuesta perceptual por su neutralidad.

En temas visuales, ambos conceptos hacen referencia a acabados mate y opacos, con figuras que aluden al orden-desorden, donde se destacan conceptos como: imperfecto, natural, humilde acogedor y entropía.



Figura 83. Moodboar material. Elaboración propia.



## Prototipo mínimo viable I: Convergencia dinámica.

Se trabaja desde los 2 ámbitos principales del producto mínimo viable, donde se encuentra la comunidad y el experimentar. La comunidad hace referencia al factor humano como principal actor, donde se busca el generar espacios de flujo de ideas y conocimientos, mientras que la experimentación se centra en el hacer, el crear y desarrollar. Ambos se asemejan en su definición de movimiento, complementándose en una convergencia dinámica.

La convergencia se centra principalmente en el actuar de las personas, el coincidir humano. Se centra en términos como el compañerismo, aprender-enseñar e involucrarse a través de medios no estáticos. Busca destacar el confluir como la unión de diversos orígenes.

El dinamismo se centra en el movimiento, la corriente de energía el actuar y hacer, expresando la idea del desarrollar y experimentar en torno al material.

Dentro de esto, se destacan conceptos como armonía, comunidad, origen y fluidez.



Figura 84. Moodboar material. Elaboración propia.

## Prototipo mínimo viable II: Inquieta candidez

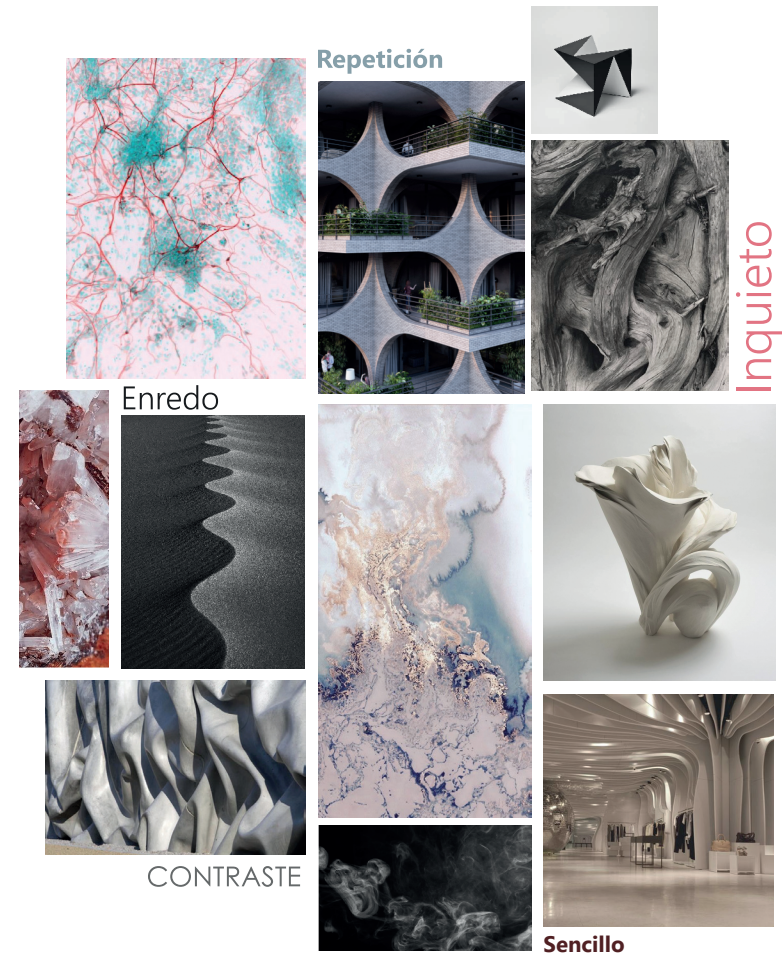
Para este prototipo se busca resaltar la visualidad del material a través del rescatar la libre disposición de las fibras en contraste a su naturaleza sencilla. Esto a través de las variadas posibilidades relacionadas a color y patrón, se propone el uso de colores contrastantes que resalten la libre distribución del material. Por otra parte, se busca destacar la resistencia del material, su dureza y soporte.

Lo inquieto hace referencia a la libre distribución de las fibras, a la constante sensación de movimiento y alboroto, desembocando en una estética juguetona y curiosa.

Por otra parte, la candidez se refleja en un objeto sencillo, proveniente de materias primas nobles, de líneas simples, franco en temas de su origen.

Ambos términos se unen en el contraste, la sinceridad otorgada por el origen material y la sensación de alteración, propia del orden de fibras.

De esto se pueden rescatar los términos inquieto, repetición, enredo, contraste y sencillo.



## *Inquieta candidez*

Figura 85. Moodboar prototipo mínimo viable II. Elaboración propia.



## Desarrollo de propuestas.

### Prototipo mínimo funcional

La primera propuesta desarrollada es el material como tal, un material capaz de desenvolverse en distintas áreas, donde sus principales características son su rápida degradación por medio del compostaje, su absorción de agua manteniendo su estabilidad dimensional y sus capacidades visuales a través de las mezclas de fibras y generación de patrones.

Por otra parte, el material presenta buenas capacidades de trabajabilidad, permitiendo el uso de herramientas manuales y mecánicas tanto en corte, perforación y desbaste. Presenta buena copia de moldes y baja de texturas. Se puede conformar a baja escala con mínimo uso de energías adicionales.

Sus principales contras son su fragilidad frente al agua y humedad, su olor fuerte antes de curar y el gran consumo de agua utilizado. Esto último se trabaja desde el uso de aguas domiciliarias residuales con la finalidad de disminuir su impacto.



Figura 86. Material dimensionado. Elaboración propia.





Figura 87. Material dimensionado y moldeado. Elaboración propia.



## Propuesta I: Rescate de metodología

Se desarrolla esta propuesta con la finalidad de aportar en el conocimiento y aprendizaje de materiales biobasados de baja escala, otorgando bases teóricas y prácticas (herramientas/elementos) para su realización. De esta forma se busca acercar a las personas al diseño y sus posibilidades.

El workshop desarrollado se plantea como base o iniciación dentro del mundo de los biopolímeros, liberando el molde de un macetero. Este se desarrolla por las capacidades del material de absorción de agua, permeabilidad, rápida degradación en contacto directo con materiales orgánicos y su posibilidad de ser moldeado.

En la figura 88 se presenta la gráfica disponible dentro del packaging. En la figura 89 se presentan dos renders del kit de trabajo, y, en la figura 90 se muestran los tres maceteros conformados en los primeros workshops realizados.



Figura 88. Gráfica de packaging. Elaboración propia.



Figura 89. Render kit de trabajo. Elaboración propia.





Figura 90. Maceteros realizados en estudio de workshop. Elaboración propia.



## Propuesta 2: Mobiliario.

En primera instancia se realiza una investigación de referentes considerando las características establecidas para el mobiliario, definiéndose taburetes conformados por dos materiales y que sea de fácil construcción y desarme.

Se trabaja con una altura de 40 cm y un diámetro de soporte de 30 cm.

Esta propuesta se emplea para demostrar la resistencia del material. Se trabaja en el área de niñas y niños según datos obtenidos de matriz de Pugh y encuestas perceptuales, destacando su biodegradabilidad ligada al rápido crecimiento de niñas y niños, no tóxico, textura y colores llamativos, mala copia de aristas y liviano.

Se buscan referentes de taburetes y asientos símil puff (figura 91), rescatándose el uso de dos materiales, colores claros y uso de madera.



Figura 92. Render prototipo. Elaboración propia.



Figura 91. Referentes mobiliario. Elaboración propia.




Figura 93. Render exploración de formas. Elaboración propia.



Figura 94. Renders prototipo. Elaboración propia.





# Capítulo 4: Proyecciones y Conclusiones

# Conclusiones.

La investigación desarrollada busca acercar prácticas y conocimientos de la disciplina del diseño a las personas, basado en la idea de aprendizaje y enseñanza como actuar político.

Se trabaja en base a un método de conformación de un material compuesto basado en residuos de algodón de la industria textil con un aglomerante natural no tóxico a base de maicena a modo de recuperar estos residuos abarcados como materia prima, otorgándoles un nuevo uso que alargan su ciclo de vida y a su vez elevan su valor en comparativa a las actuales prácticas de reciclaje, re uso y desecho del material y las fibras.

Este propósito se lleva a cabo mediante la formulación de un objetivo general, el cual plantea su realización bajo prácticas de conformación de código abierto, cumplido bajo definición de criterios de sustentabilidad que ayudan a guiar y orientar las decisiones tomadas. Del mismo modo, se implica la estandarización de conceptos y el uso de un lenguaje sencillo para facilitar su comprensión y replicación, para esto último se consideran las herramientas disponibles por las personas además de sus propias habilidades y conocimientos.

Durante la investigación se logran comprender y analizar características del material como tal, abarcando desde sus posibilidades físicas a su lenguaje no verbal, como se comunica con las personas y que genera en estas, rescatándose su sencillez y cualidades visuales. De esto último se desprende la comprensión del material desde su emocionalidad, ligado a la naturaleza de las fibras y lo que estas significan en el cotidiano.

Finalmente, se concluye el proceso de conformación de un material más consciente desde dos perspectivas, por un lado, se encuentra su búsqueda del uso de un residuo común y conocido bajo intenciones de recuperación, aportar en el eliminar del ciclo normal de desecho parte del residuo, atentando también a su comprensión y visualización como problema y oportunidad. Por otra parte, se encuentra su lado simbólico; una revolución frente a los actuales procesos estandarizados y cerrados que alejan a las personas de los productos aportando en el fácil desecho de estos. Y, aportar conocimiento y herramientas a las personas que los y las ayuden a desarrollarse y relacionarse con el medio material.

# Proyecciones.

Las proyecciones de la investigación se dividen en 3 grupos.

En primera instancia se encuentran las proyecciones ligadas al proceso productivo, donde se plantea la realización de ensayos de aislación térmica y acústica relacionados a características propias de la materia prima, pudiendo generarse mayor cantidad de posibles áreas de aplicación.

Paralelo a esto, se proyecta la exploración del material en laboratorios, dando espacio a una mejor comprensión del material, uso de procesos industriales y homogeneización de placas a través de uso de prensas.

El siguiente grupo se relaciona a las proyecciones del trabajo conjunto a personas externas al proyecto, donde si bien la investigación se postula principalmente con un enfoque social, se trabaja poco con las personas, manteniéndose comunicaciones no continuas y poco óptimas debido a las condiciones sociales ocurridas.

En tercer lugar, se encuentran las proyecciones ligadas a las propuestas de aplicación. La propuesta I se proyecta en físico, al contrario de cómo se propone actualmente. Esto permite mejor comunicación, mayor intercambio de ideas y creación de vínculos interpersonales que aporten a desarrollos futuros. En torno a las proyecciones de la aplicación planteada en el proyecto, se propone la creación de una plataforma online que promueva el intercambio de ideas y presentación de nuevos aspectos desarrollados. Por otra parte, se presenta el potencial del proceso productivo para ser abarcado por instituciones de enseñanza formal, siendo estos principalmente colegios, planteándose como buena oportunidad de enseñanza de procesos productivos y entrega herramientas

de diseño a niñas y niños en etapa escolar.

En cuanto a la propuesta de aplicación II se proyecta su conformación, desarrollo de moldes y construcción, a modo de pruebas de esfuerzo, armado, tiempos de secado y conformado, facilidad/dificultad de procesos y relación con el/la beneficiario/a.

Por último, una proyección general de la investigación, es el de calcular e identificar las variables de todos los ciclos de vida planteados, donde se encuentran: I) Ciclo de vida del algodón, II) Ciclo de vida del material, y, III) Ciclo de vida del producto formulado.



# Listado de tablas

<b>Tabla 1.</b> Resumen metodología de trabajo	15	<b>Tabla 25.</b> Grados ensayos de perforación	88
<b>Tabla 2.</b> Criterios de sustentabilidad	22	<b>Tabla 26.</b> Resultado prueba de teñido	90
<b>Tabla 3.</b> Tipos de fibras	24	<b>Tabla 27.</b> Conceptos fuera de rango neutro	92
<b>Tabla 4.</b> Diferencias de impactos generados por 6 textiles diferentes	25	<b>Tabla 28.</b> Ficha técnica del material	94
<b>Tabla 5.</b> Plataformas de reciclaje textil a nivel nacional	27		
<b>Tabla 6.</b> Factores de degradación de las fibras	29		
<b>Tabla 7.</b> Degradabilidad del algodón	30		
<b>Tabla 8.</b> Clasificación de materiales DIY según materia prima	36		
<b>Tabla 9.</b> Fase I, actividades y tareas	46		
<b>Tabla 10.</b> Principales características de posibles aglutinantes	47		
<b>Tabla 11.</b> Fase II, actividades y tareas	50		
<b>Tabla 12.</b> Medidas y masa de probetas ensayo de flexión	52		
<b>Tabla 13.</b> Medidas y masa de probetas ensayo de tracción perpendicular a la superficie	52		
<b>Tabla 14.</b> Grados evaluados para trabajabilidad	57		
<b>Tabla 15.</b> Métodos de tinción de mezcla	61		
<b>Tabla 16.</b> Fase III, actividades y tareas	64		
<b>Tabla 17.</b> Base matriz de Pugh	66		
<b>Tabla 18.</b> Resumen pruebas de aglomerantes	74		
<b>Tabla 19.</b> Fórmula de proporciones de receta base del material	75		
<b>Tabla 20.</b> Densidad probetas	77		
<b>Tabla 21.</b> Resultados obtenidos de ensayo de absorción de agua e hinchamiento	78		
<b>Tabla 22.</b> Tabla resumen de porcentajes de cambios ensayo	85		
<b>Tabla 23.</b> Grados ensayos de corte	86		
<b>Tabla 24.</b> Grados ensayos de desbaste	87		



# Lista de figuras.

<b>Figura 1.</b> Marco del proyecto: temas abordados en la investigación	13		
<b>Figura 2.</b> Relación entre agentes en sistemas socioecológicos	18		
<b>Figura 3.</b> Metas de la ecología industrial	19		
<b>Figura 4.</b> Jerarquía de 10R's economía circular	20		
<b>Figura 5.</b> Materiales de estudio	31		
<b>Figura 6.</b> Ciclo de vida de una prenda de algodón	31		
<b>Figura 7.</b> Ciclos de vida del proyecto	32		
<b>Figura 8.</b> Tipos de biopolímeros	33		
<b>Figura 9.</b> Clasificación de polímeros de agro-recursos	34		
<b>Figura 10.</b> Gráfico de proyección de tipos de biopolímeros más importantes para el año 2020	34		
<b>Figura 11.</b> Demodé			
<b>Figura 12.</b> Marbile	38		
<b>Figura 13.</b> Filt, fibras libres transformables	39		
<b>Figura 14.</b> Material compuesto en base a mezclilla y PMMA	39		
<b>Figura 15.</b> Componentes cultura maker	40		
<b>Figura 16.</b> Precious plastic	42		
<b>Figura 17.</b> Fablab Uchile	42		
<b>Figura 18.</b> Fablab Santiago	42		
<b>Figura 19.</b> Labva	43		
<b>Figura 20.</b> Fundación Mingako	43		
<b>Figura 21.</b> Principales conceptos rescatados del marco teórico	44		
<b>Figura 22.</b> Preparación de fibras a utilizar	48		
<b>Figura 23.</b> Formatos de fibras a estudiar	48		
<b>Figura 24.</b> Probetas pruebas de formatos de fibras	49		
<b>Figura 25.</b> Fotos proceso de conformación	49		
<b>Figura 26.</b> Disposición de probetas a ensayo de absorción de agua e hinchamiento	51		
<b>Figura 27.</b> Disposición de probeta ensayo de degradabilidad	53		
<b>Figura 28.</b> Probetas pre ensayo de compostaje	54		
<b>Figura 29.</b> Recipiente de ensayo de compostaje	54		
<b>Figura 30.</b> Probetas pre ensayo resistencia a reactivos químicos	55		
<b>Figura 31.</b> Ensayo de reacción a reactivos químicos	55		
<b>Figura 32.</b> Ensayo de resistencia a rayos UV	56		
<b>Figura 33.</b> Herramientas manuales utilizadas para ensayos de cortes	58		
<b>Figura 34.</b> Herramientas mecánicas utilizadas para ensayos de cortes	58		
<b>Figura 35.</b> Herramientas mecánicas utilizadas para ensayos de cortes	59		
<b>Figura 36.</b> Herramientas utilizadas para ensayos de desbaste	59		
<b>Figura 37.</b> Molde calavera, impresión 3D	60		
<b>Figura 38.</b> Molde ondas, impresión 3D	60		
<b>Figura 39.</b> Molde metálico de repostería	60		
<b>Figura 40.</b> Atributos planteados para encuesta perceptual	63		
<b>Figura 41.</b> Imágenes presentadas en encuesta perceptual online	63		
<b>Figura 42.</b> Áreas de posible aplicación	66		
<b>Figura 43.</b> Paleta de color propuesta I	68		
<b>Figura 44.</b> Pruebas de conformación por personas externas	69		
<b>Figura 45.</b> Exploración de formas y fabricación de molde	70		
<b>Figura 46.</b> Exploración de formas mobiliario	71		
<b>Figura 47.</b> Pruebas de aglomerantes y fibras	73		
<b>Figura 48.</b> Proporción 1 maicena + aditivos	73		
<b>Figura 49.</b> Proporción 2 maicena + aditivos	73		
<b>Figura 50.</b> Gráfico ensayo DMA	74		
<b>Figura 51.</b> Pruebas de espesor	75		
<b>Figura 52.</b> Diagrama paso a paso de conformación del			

material	76	<b>Figura 73.</b> Resultados pruebas de perforación	88
<b>Figura 53.</b> Proceso de secado artificial	76	<b>Figura 74.</b> Resultado prueba de moldeo, curvas	89
<b>Figura 54.</b> Gráfico de ubicación de densidad del material	77	<b>Figura 75.</b> Resultado prueba de moldeo, molde metálico	89
<b>Figura 55.</b> Resumen ensayo absorción de agua e hinchamiento	78	<b>Figura 76.</b> Resultado prueba de moldeo, calavera	89
<b>Figura 56.</b> Valores para módulo de elasticidad y módulo de ruptura del material	79	<b>Figura 77.</b> Resultado prueba de teñido	91
<b>Figura 57.</b> Valor obtenido para la cohesión interna de las partículas	79	<b>Figura 78.</b> Resultado prueba de patrones	91
<b>Figura 58.</b> Gráfico de evolución de masa ensayo de degradabilidad	80	<b>Figura 79.</b> Gráfico encuesta perceptual	92
<b>Figura 59.</b> Gráfico variación dimensional ensayo de degradabilidad	80	<b>Figura 80.</b> Diferencial semántico	93
<b>Figura 60.</b> Gráfico variación de espesor ensayo de degradabilidad	80	<b>Figura 81.</b> Conceptos rescatados de encuesta perceptual	93
<b>Figura 61.</b> Fotografía de probetas al final el ensayo	81	<b>Figura 82.</b> Moodboar usuario-usuaria	96
<b>Figura 62.</b> Gráfico evolución de masa ensayo de compostaje	81	<b>Figura 83.</b> Moodboar material	97
<b>Figura 63.</b> Gráfico evolución dimensional de ensayo de compostaje	82	<b>Figura 84.</b> Moodboar material	98
<b>Figura 64.</b> Gráfico evolución de espesor de ensayo de compostaje	82	<b>Figura 85.</b> Moodboar prototipo mínimo viable II	99
<b>Figura 65.</b> Imagen registro semana 9	82	<b>Figura 86.</b> Material dimensionado	100
<b>Figura 66.</b> Probetas y previa y posterior a ser sumergidas en químicos	83	<b>Figura 87.</b> Material dimensionado y moldeado	101
<b>Figura 67.</b> Variación de masa ensayo de reacción frente a reactivos químicos	84	<b>Figura 88.</b> Gráfica de packaging	102
<b>Figura 68.</b> Variación de diámetro ensayo de reacción frente a reactivos químicos	84	<b>Figura 89.</b> Renders kit de trabajo	102
<b>Figura 69.</b> Variación de espesor ensayo de reacción frente a reactivos químicos	85	<b>Figura 90.</b> Maceteros realizados en estudio de workshop	103
<b>Figura 70.</b> Izquierda: probetas pre ensayo	86	<b>Figura 91.</b> Referentes mobiliario	104
<b>Figura 71.</b> Probetas de ensayo de corte	87	<b>Figura 92.</b> Render prototipo	104
<b>Figura 72.</b> Probetas de ensayo de desbaste	87	<b>Figura 93.</b> Render exploración de formas	104
		<b>Figura 94.</b> Render prototipo	105

# Bibliografía

- Anderson, C. (2012). Makers. The new industrial revolution.
- Arja, D. (2020). DIY: Natural turmeric-dyed tablecloth. Retrieved from <https://www.remodelista.com/posts/diy-natural-dye-turmeric-dyed-tablecloth/>
- Ashby, M., & Johnson, K. (2002). Materials and design. The art and science of material selection in product design
- Ayala-García, C. (2019). The Materials Generation. Politécnico de Milán, Milan.
- Balboa, C., & Domínguez, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. Informador Técnico (Colombia), 78, 82-90.
- Beall, A. (2020). Fast fashion is leading to a mountain of clothing being thrown away each year and has a huge impact on the environment, so can we turn our unwanted garments into something useful? <https://www.bbc.com/future/article/20200710-why-clothes-are-so-hard-to-recycle>
- Berlién, J. C. (2008). Evaluación de la calidad superficial con respecto a la variación del contenido de humedad en el cepillado en madera central y lateral para álamo. (Ingeniero en maderas), Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Bhamra, T., & Lofthouse, V. (2007). Design for sustainability: A practical approach.
- Bonsiepe, G. (1999). Del objeto a la interfase. Mutaciones del diseño.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). Cradle to cradle.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. UAI Sustentabilidad, 2, 7.
- Carrillo, G. (2009). Una revisión de los principios de la ecología industrial. Argumentos, 22(59), 19.
- Cervantes, G., Sosa, R., Rodríguez, G., & Robles, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. Ingeniería, 13(1).
- Circular, E. (2015). Bases para un nuevo enfoque: El concepto multi -R.
- Cobbing, M., & Vicaire, Y. (2016). Timeout for fast fashion.
- Coombs, P. H. (1973). Should we develop nonformal education? Prospect, 3, 287-306.
- Cottonworks. (2019). Biodegradability of Cotton. Retrieved from <https://www.cottonworks.com/topics/sustainability/cotton-sustainability/biodegradability-of-cotton>
- Coulter, T. P. (1984). Food. The chemistry of its components.
- Demir, E., M. A. Desmet, P., & Hekkert, P. (2009). Appraisal patterns of emotional in human-product interaction. International journal of design, 3(2).
- DiGregorio, B. (2009). Biobased performance bioplastic: Mirel. Chemistry & biology, 16, 1-2.
- Ditty, S. (2015). It's time for a fashion revolution.
- Dougherty, D. (2011). Dale Dougherty: We are makers: TED Talks.
- Dougherty, D. (2012a). The Maker Movement. Innovations, 7(3).
- Dougherty, D. (2012b). Makerspaces in education and DARPA. Make magazine. <https://makezine.com/2012/04/04/makerspaces-in-education-and-darpa/>
- Dunne, M. (2018). Bioplastic cook book. In Fabtextiles (Ed.).
- Espinoza, F., & Grüzmacher, M. L. (2002). Manual de conservación preventiva de textiles. Chile: Comité Nacional de Conservación Textil, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos.
- Estrella, A. (2013). Post 22: Sistemas realizativos de innovación social Retrieved from [http://identidadyculturaorganizacional.blogspot.com/2013\\_07\\_14\\_archive.html](http://identidadyculturaorganizacional.blogspot.com/2013_07_14_archive.html)
- EuropeanBioplastics. (2018). What are bioplastics?.

Foundation, E. M. (2017). A new textiles economy: redesigning fashion's future. Retrieved from

Interaction design foundation (s/f) Human-Computer Interaction (HCI). Retrieved from <https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction>

Frosch, R., & Gallopoulos, N. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-153.

Gadhare, R. V., Das, A., Mahanwar, P. A., & Gadekar, P. T. (2018). Starch based bio-plastics: The future of sustainable packaging. *Open journal of polymer chemistry*, 8, 21-33.

Gallopin, G. (2003) Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. In: Vol. 64. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos (pp. 47). Santiago, Chile.

García, Y., Castro, N., & Suarez, N. (2014). Acercamiento conceptual a la ecología industrial. *Universidad & sociedad*, 6(1), 7.

Gay, D., Hoa, S., & Tsai, S. (2003). *Composite materials. Design and applications*. Paris: Editions Hermès.

Gehring, V. (2004). *The Internet in Public Life*: Rowman & Littlefield Publishers.

GeneraciónVitnik. (2018). La industria textil y la problemática ambiental <http://www.generacionvitnik.com/2018/08/06/la-industria-textil-y-la-problematika-ambiental/>

Gómez, J., González, F., Herrera-Lugo, E., & Rossa, A. (2017). Re-valoración de residuos de mezclilla para el diseño de un nuevo material y algunas aplicaciones: Compuesto de mezclilla-PMMA. Paper presented at the IX Congreso internacional de diseño de La Habana.

Gómez, J., González, F., & Rossa, A. (2019). Nuevos materiales a partir de residuos textiles: una perspectiva del diseño industrial. *Revista chilena de diseño, RChD: creación y pensamiento*, 4, 1-12.

González, C. (2020). Ecocitex convierte la ropa en mal

estado en hilo de textil reciclado. País circular. <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/ecocitex-convierte-la-ropa-en-mal-estado-en-hilado-de-textil-reciclado/>

Graciela. (2019). Tintes naturales textiles. Retrieved from <https://hazesostenible.com/tintes-naturales-textiles/>

Hatch, M. (2014). *The maker movement manifesto*.

Imre, B., & Pukánszky, B. (2013). Compatibilization in bio-baes and biodegradable polymer blend. *European polymer journal*, 49, 1215-1233.

Cotton incorporated (2016). The life cycle inventory and life cycle assessment of cotton fiber and fabric. Retrieved from [cottonworks](http://cottonworks.com).

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (DDD): A method to design for material experiences. *International journal of design*, 9(2), 35-54.

Karana, E., & Hekkert, P. (2010). User-Material-Product interrelationships in attributing meanings. *International journal of design*.

Koszewska, M. (2018). Circular Economy — Challenges for the Textile and Clothing Industry. *AUTEX Research*, 18, 337-347. doi:<http://dx.doi.org/10.1515/aut-2018-0023>

Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista argentina de Microbiología*, 46, 2.

Lili, L., Frey, M., & Browning, K. (2010). Biodegradability Study on Cotton and Polyester Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 5(4), 12.

Lobiano, P. (2020). Confección y reutilización. Desarrollo de un método de coloración natural a partir del orujo de uva para el reuso de fibras textiles de algodón., Universidad de Chile,

Maiwa (s/f) *The maiwa guide to natural dyes*. Retrieved



from [http://www.box19.ca/maiwa/pdf/Guide\\_To\\_Natural\\_Dyes.pdf](http://www.box19.ca/maiwa/pdf/Guide_To_Natural_Dyes.pdf)

Makerspaces. (2021). Retrieved from <https://makerspaces.make.co/>

Mansilla, H., Lizama, C., Gutarra, A., & Rodríguez, J. (2001). Tratamiento de residuos líquidos de la industria celulosa y textil. 11.

Marichelvam, M. K., Jawaid, M., & Asim, M. (2019). Corn and rice starch-based bio.plastics as alternative packaging materials. *Fibers*, 7.

Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 12.

Mejia-Azcarate, F. (2014). Capítulo 6. Los hilos y la hilatura. Retrieved from <https://programadetextilizacion.blogspot.com/2014/12/capitulo-6-maria-de-perinat-1997-2000.html#:~:text=La%20hilatura%20es%20un%20proceso,resistente%20y%20flexible%20llamado%20hilo>.

Meneses, O. (2011). Identificación de usos probables de pinus patula schlect.et cham. con base en la determinación de las propiedades físico-mecánicas y de trabajabilidad de la madera en Ittaqui-Ccotacachi-Imbabura. (Ingeniero forestal), Universidad técnica del Norte,

MMA. (2020). Ministerio del medio ambiente presenta estrategia nacional de residuos orgánicos que propone ambiciosa meta de reciclaje. <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-presenta-estrategia-nacional-de-residuos-organicos-que-propone-ambiciosa-meta-de-reciclaje/>

Muñoz, L. (2019). Valorización del carozo de durazno para el desarrollo de un material compuesto sostenible y su potencial aplicación. (Título profesional de diseño industrial), Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & environment*, 1, 12. doi:10.1038/s43017-020-0039-9

Novo, M. (2003). El desarrollo sostenible: sus implicaciones en los procesos de cambio. *Polis*(5). doi:0718-6568

Palan, M., Noordin, M., Mohd, S., Mustapha, N., Jasamai, M., Danik, M., Shamsuddin, A. (2018). Recent advances in the use of animal-sourced gelatine as natural polymers for food, cosmetics and pharmaceutical applications. *Sains Malaysiana*, 47(2), 323-336.

Papanek, V. (1971). Design for the real world: Human ecology and social change.

Pépin, J. (2014). Research book bioplastic.

Pineda, L., & Jara, M. (2010). Prospectiva y vigilancia tecnológica en la cadena fibra-textil-confecciones. Colombia.

Quezada, D. (2015). Reutilización de residuos de fabricación de indumentaria. (Diseñadora textil y de modas), Universidad de Azuay, Cuenca, Ecuador.

Quilodrán, P. (2020). Reciclaje de Chile en cifras: cada persona genera 1,26 kilos de residuos diarios. Codexverde. <https://codexverde.cl/cada-chileno-produce-15-kilos-de-basura-al-dia-y-solo-el-10-recicla/#:~:text=Seg%C3%BAn%20los%20%C3%BAltimos%20datos%20entregados,parar%20a%20vertederos%20o%20rellenos>

Quiroga, R. (2001) Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. In. Serie manuales - Cepal (pp. 124).

Ramaswamy, R. (2004). Industrial ecology. A New Platform for Planning Sustainable Societies. Paper presented at the Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Environmental Policy, Berlín.

Ramírez, E., & Ortiz, G. (2006). El ecodiseño como herramienta

básica de gestión industrial.

Remy, N., Speelman, E., & Swartz, S. (2016). Style that's sustainable: A new fast-fashion formula. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/style-thats-sustainable-a-new-fast-fashion-formula>

Ribul, M. (2014). Recipes for material activism.

Riedeman, B. (2015). ¿Qué le pasa a la ropa? Paula.

Rivière, M. (1977). La moda ¿Comunicación o incomunicación?

Rodríguez, E., Sandoval, A., & Ayala, A. (2003). Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos. *Tecnura*, 13, 4-13.

Rognoli, V., & Ayala-García, C. (2018). Material activism. New hybrid scenarios between design and technology. *Cuadernos del centro de estudios en Diseño y Comunicación*, 70, 105-115.

Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). DIY Materials.

Romero, N. (2018). Un 6% de la población chilena es vegetariana.

Rosenfeld, E., & Sheridan, K. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504.

Sandin, G., & Peters, G. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling - A review. *Cleaner Production*, 184, 353-365.

Shen, L., Haufe, J., & Patel, M. K. (2009). Product overview and market projection of emerging bio-based plastics.

Sherwin, C. (2004). Design and sustainability. *The journal of sustainable product design*, 4, 21-31.

Shukla, D., & Vankar, P. (2017). Dyeing of cotton by different new natural dyeing sources. In *Natural Dyes for Textiles* (pp. 111-140).

Tanenbaum, T., Desjardins, A., Williams, A., & Tanenbaum,

K. (2013). Democratizing Technology: Pleasure, Utility, and Expressiveness in DIY and Maker Practice. Paper presented at the Changing Perspectives, Paris, France.

Tessuti, P. (2019). Teñir las telas. Descubra cómo hacerlo de forma natural. Retrieved from <https://www.tessutietendaggipanini.it/blog/tingere-i-tessuti-in-modo-naturale-scopri-come-farlo/>

Vermeulen, W., Reike, D., & Witjes, S. (2018). Circular economy 3.0 - Solving confusion around new conceptions of circularity by synthesising and re-organising the 3R's concept into a 10R hierarchy. *Renewable matter*.

Vinyals, A. (2016). El consumidor consciente. Análisis de los factores psicosociales implicados en el consumo sostenible, a partir del estudio de miembros de cooperativas de consumo agro-ecológico. (Doctor), Universidad autónoma de Barcelona, Barcelona.

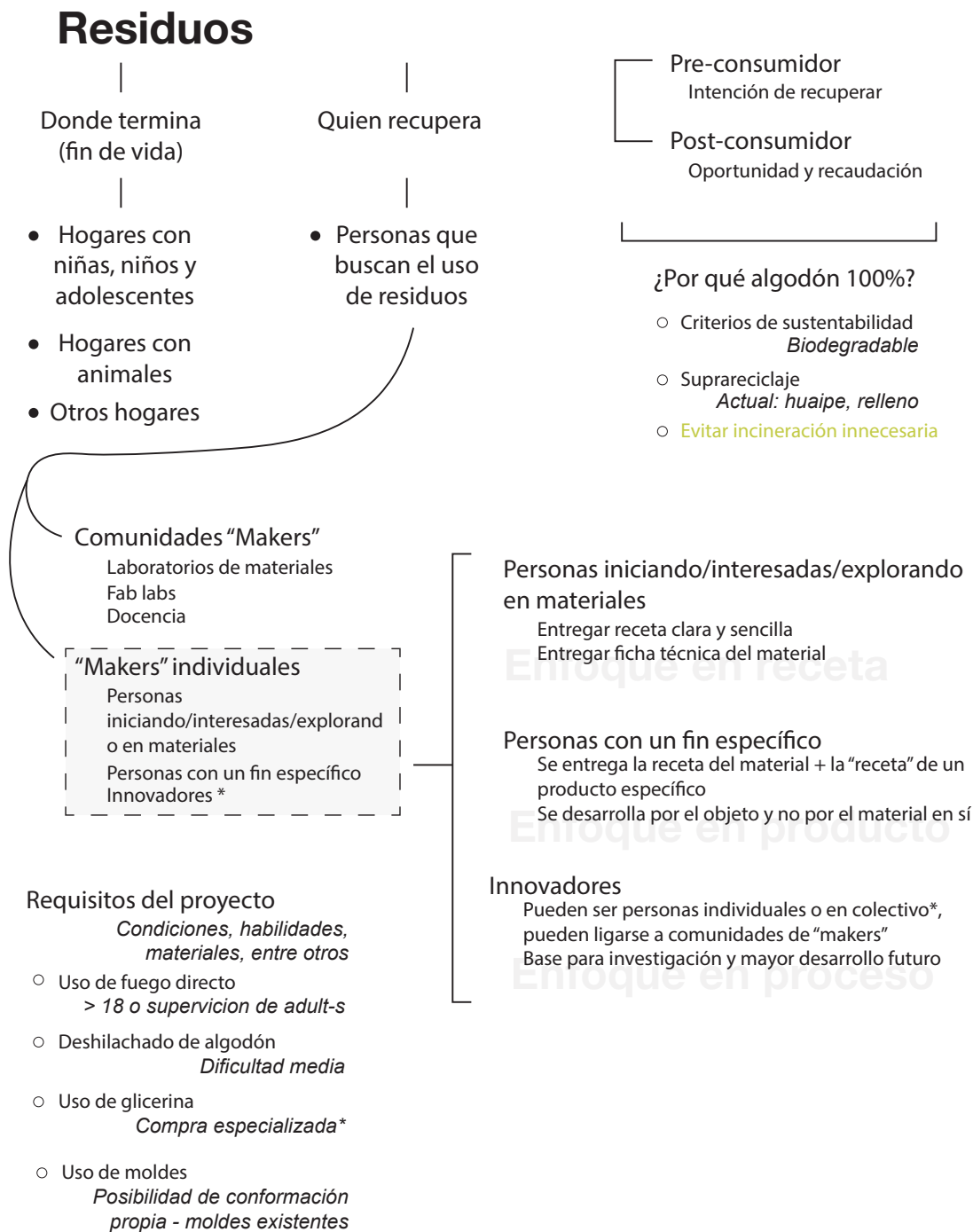
WECD. (1987). Our common future, The Bruntland report.

World economic forum (2014). Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains.

# Anexos

## Anexo 1 Mapa proyecto

Comprensión del residuo, identificación de posibles usuarios, requisitos y enfoque del proyecto.



# Anexo 2

## Encuesta perceptual

### Encuesta perceptual.

Se te entregaran dos muestras del mismo material para que puedas observar, tocar y sentir, estas muestras son para las secciones II y III de la encuesta.

Al ser una encuesta perceptual no hay respuestas correctas o incorrectas, solo depende de cómo veas, sientas e interpretes el material.

La encuesta consta de 3 partes:

- I. Identificación personal
- II. Diferencial semántico
- III. Sección de preguntas abiertas en torno al material

#### I. Identificación personal

Nombre:

Edad:

Género:

Profesión/ocupación:

Te consideras consumidor consciente:

Si \_\_\_ No \_\_\_

Marca alguno de estos estilos de vida o hábitos con los que te identifiques y/o realices:

\_\_\_ Reciclar      \_\_\_ Compostar      \_\_\_ Huerto (colaborar/poseer/etc.)  
 \_\_\_ Vegetariano/a      \_\_\_ Vegano/a      \_\_\_ Pescetariano/a      \_\_\_ Ninguna

#### II. Diferencial Semántico

El diferencial semántico consiste en determinar un valor para cada ítem, se debe marcar una x en el valor que consideres más adecuado en cada fila. Solo es una x por fila.

EJ:

	Alto	Medio	Bajo	Neutro	Bajo	Medio	Alto	
Atributo 1	-3	-2	-1	0	1	2	3	Atributo 2

Si considero el material mayoritariamente *Atributo 1*, tengo 3 niveles de este dependiendo de qué tanto lo considere como tal (alto, medio o bajo), en este caso lo considero medio, que equivale a -2.

	Alto	Medio	Bajo	Neutro	Bajo	Medio	Alto	
Atributo 1	-3	x	-1	0	1	2	3	Atributo 2

	Alto	Medio	Bajo	Neutro	Bajo	Medio	Alto	
Frágil	-3	-2	-1	0	1	2	3	Resistente
Liviano	-3	-2	-1	0	1	2	3	Pesado
Rígido	-3	-2	-1	0	1	2	3	Flexible
Blando	-3	-2	-1	0	1	2	3	Duro
Orgánico	-3	-2	-1	0	1	2	3	Inorgánico
Accesible	-3	-2	-1	0	1	2	3	Inaccesible
Común	-3	-2	-1	0	1	2	3	Elegante
Inalterable	-3	-2	-1	0	1	2	3	Transformable
Formal	-3	-2	-1	0	1	2	3	Informal
Seguro	-3	-2	-1	0	1	2	3	Inseguro
Tosco	-3	-2	-1	0	1	2	3	Delicado
Artificial	-3	-2	-1	0	1	2	3	Natural
Sucio	-3	-2	-1	0	1	2	3	Limpio
Tóxico	-3	-2	-1	0	1	2	3	No tóxico
Atractivo	-3	-2	-1	0	1	2	3	No atractivo
Agradable	-3	-2	-1	0	1	2	3	Desagradable
Brillante	-3	-2	-1	0	1	2	3	Mate
Frío	-3	-2	-1	0	1	2	3	Cálido
Interesante	-3	-2	-1	0	1	2	3	Aburrido
Suave	-3	-2	-1	0	1	2	3	Áspero
Barato	-3	-2	-1	0	1	2	3	Costoso
Calidad baja	-3	-2	-1	0	1	2	3	Calidad alta
Temporal	-3	-2	-1	0	1	2	3	Duradero
Convencional	-3	-2	-1	0	1	2	3	Innovador
Desechable	-3	-2	-1	0	1	2	3	Reciclable
Transparente	-3	-2	-1	0	1	2	3	Opaco
No dúctil	-3	-2	-1	0	1	2	3	Dúctil

#### III. Preguntas abiertas

¿Crees que es un material para interior o exterior?

Interior \_\_\_ Exterior \_\_\_

¿En qué ámbito te imaginas el material? Ejemplo: cosas de cocina, jardín, muebles, espacios públicos, micros, etc.

¿Hay algún objeto en particular donde imagines el material?



¿Tendrías contacto directo con el material?

Si \_\_\_ No \_\_\_

¿Lo asocias a algún tipo de usuario? Ejemplo: niños/as, adultos/as mayores, mascotas, etc.

¿Cuánto tiempo crees que dura el material en uso? (horas, días, semanas, meses, años, siglos)

¿Cuánto tiempo crees que dura el material en el medio ambiente? (horas, días, semanas, meses, años, siglos)

Conceptos referentes al material, estos pueden ser descriptivos, conceptuales, atributos, etc., debe/n ser representativos del material según tu punto de vista.

Puedes colocar cuantos quieras, pero debe ser al menos 1.

-

-

-

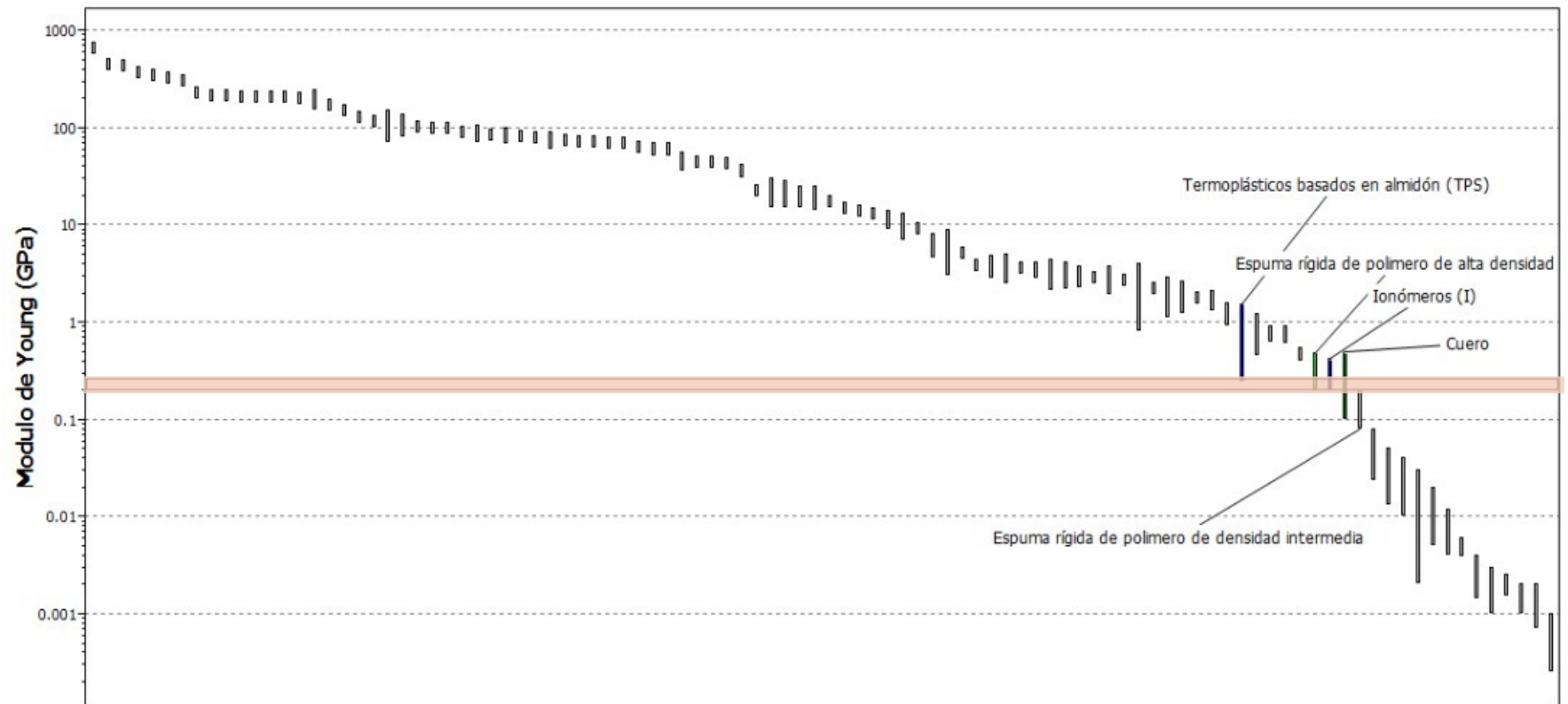
-

Comentarios y observaciones

# Anexo 3

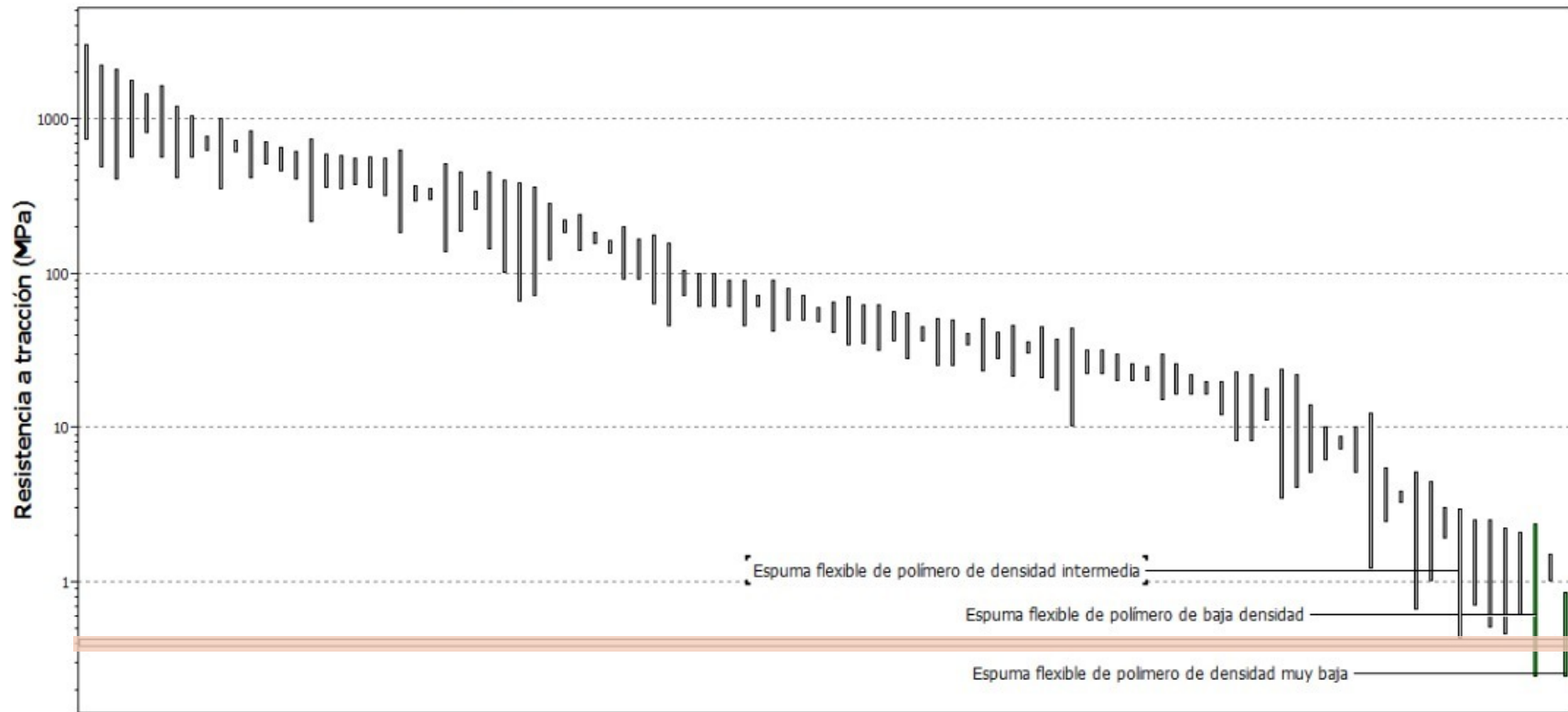
## Gráfico Ensayo de Flexión, CES

### Edupack

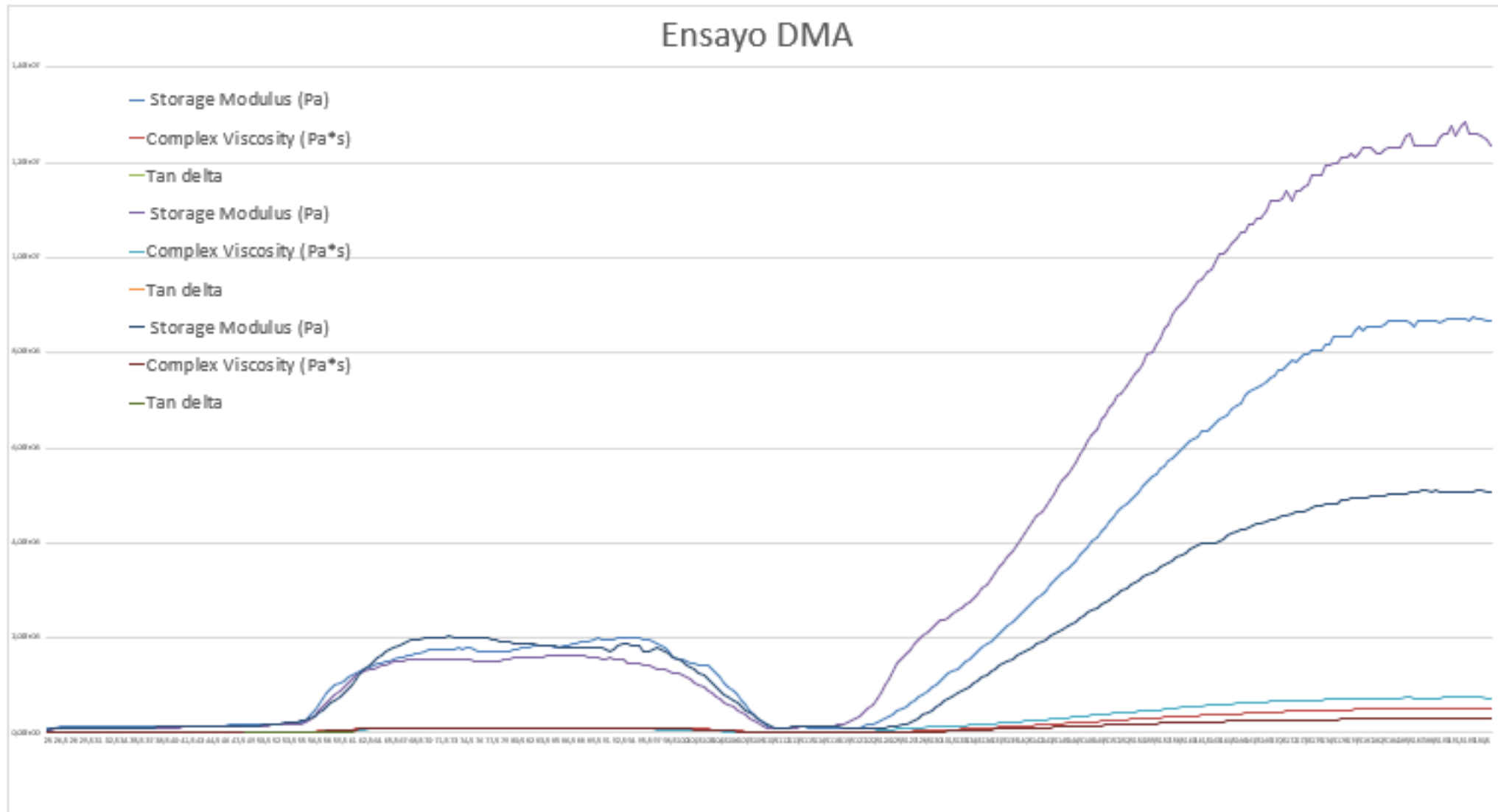


# Anexo 4

## Gráfico Ensayo Tracción, Internal Bond, CES Edupack



# Anexo 5 Gráfico Ensayo DMA.





# Anexo 6 Matriz de Pugh

	Trabajabilidad				Moldeo				Prop. visuales				Prop. táctiles			Otros							
	Posibilidad de teñido (natural)	Capacidad de moldeo	Perforable	Corte	Capacidad de desbaste	Doble curvatura	Espesor mínimo 3 mm	Bajo molde-contramolde	Baja copia de aristas 90°	Mate	Rugoso	No traslucido	Colores y "diseños" dependiendo del conformado (manipulable/controlable)	Texturas	Duro	Áspero	Deformable en agua	Liviano	Biodegradable	Absorción de agua	Degradación rápida en medios adecuados	No tóxico	
<b>Mascotas</b>																							
Juguetes/rascadores	0	1	1	1	1	1	0	-1	1	0	0	0	1	1	0	-1	1	1	-1	1	1	1	0,4090909091
Soporte cama	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	0,5
Aislante?	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	1	0,3181818182
<b>Niños y niñas</b>																							
Juguetes	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	-1	1	1	-1	1	1	0,5
Mobiliario infantil	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	-1	1	1	-1	1	1	0,5454545455
Alfombras/colchonetas	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	-1	1	1	-1	1	1	0,5909090909
<b>Mobiliario</b>																							
Taburete	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-1	1	1	-1	1	1	0,4090909091
Cubierta mesa	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1	1	1	0,2272727273
Biombo	0	0	1	1	1	1	0	0	-1	0	0	1	1	1	0	0	-1	-1	1	-1	1	1	0,3181818182
Repisa	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	-1	-1	1	-1	1	1	0,3181818182
<b>De interiores</b>																							
Revestimiento	0	1	1	1	1	1	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	0,1818181818
Aislante térmico	0	1	0	1	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	0
Recubrimiento de pared	0	1	1	1	1	1	0	0	-1	0	0	0	1	1	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	0,1818181818
<b>Jardín</b>																							
Almacigo	0	1	0	0	1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,3636363636
Geotextil para plantaciones sencillas	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,4545454545
Muebles de jardín	0	1	1	1	1	1	0	-1	-1	0	0	0	1	0	1	0	-1	1	-1	-1	1	1	0,2272727273
Huerto vertical	0	0	1	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,4090909091
<b>Elementos de ejercicios</b>																							
Mat/ colchonetas/tatami	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	-1	1	1	-1	1	1	0,4090909091
Props	0	1	0	1	1	1	0	-1	-1	0	1	0	1	1	0	1	-1	1	1	-1	1	1	0,3636363636
<b>Indumentaria</b>																							
Bolsos/carteras	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	1	1	-1	1	1	0,2272727273
<b>Joyería</b>																							
Aros	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	0	-1	1	1	-1	1	1	0,3181818182
Pulsera	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	0	-1	1	1	-1	1	1	0,3181818182
<b>Espacio público</b>																							
Pisos de parques	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0,1363636364
<b>Otros</b>																							
Tapas de libretas	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	1	1	0	-1	1	1	-1	1	1	0,2727272727

# Anexo 7

## Información a usuarios/as

### Macetero

10 gramos de glicerina 20 gramos de algodón 60 gramos de agua  
10 gramos de maicena 20 gramos de agua



#### 1. Conformación del aglomerante.

Agua - Glicerina - Maicena - Vinagre

Se disponen los elementos en sus respectivas medidas en un recipiente que permita ser expuesto a calor directo. Se mezclan los ingredientes en frío para no generar grumos hasta obtener un líquido blanco.



#### 2. Someter a calor.

Se cocina por alrededor de 2 minutos revolviendo de vez en cuando hasta obtener una mezcla gelatinosa y homogénea.

Obs: Comenzarán a formarse grumos en la mezcla cambiando su color. Se debe revolver unos minutos y cortar el fuego, dejando la mezcla un poco líquida.



#### 3. Preparación de algodón y elementos de mezcla.

Se dispondrá la cantidad de algodón necesaria y se usarán guantes de goma. Antes de mezclar se deben esperar unos minutos hasta que la mezcla se enfríe al tacto.



#### 4. Mezcla de elementos.

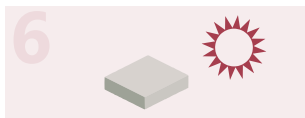
Cuando la mezcla está tibia al tacto, mezcla con el algodón, usar ambas manos para amasar y estirar las fibras permitiendo su adherencia. Realizar este proceso hasta que las fibras estén completamente húmedas.



#### 5. Prensar en molde.

Colocar las fibras húmedas por el borde del molde procurando dejar el espacio central libre.

Obs: Se recomienda amasar y estirar la mezcla hasta obtener una lámina menor a 1 cm, así se facilita su distribución dentro del molde.

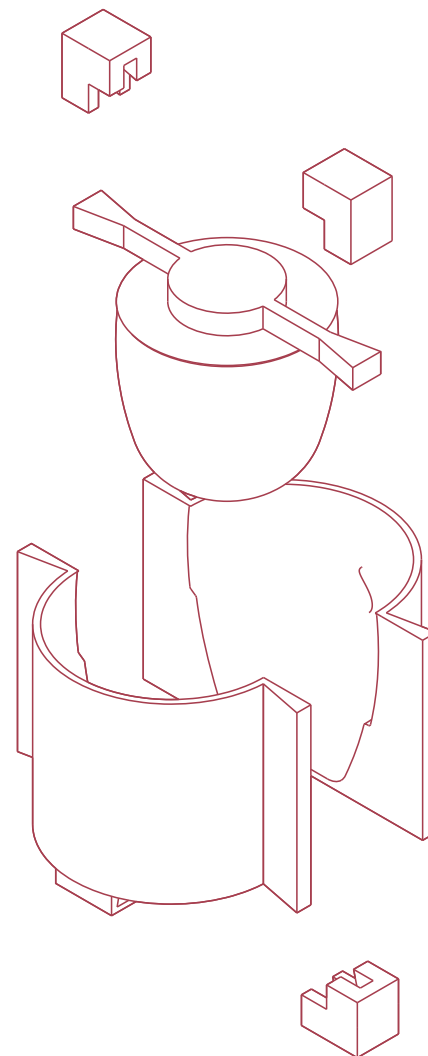


#### 6. Secado.

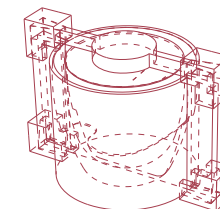
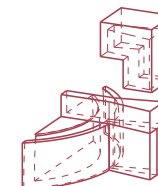
Se deja secar al sol por 6-8 horas en el molde cerrado, tras esto, se abre y deja al aire por 12 horas. Se desmolda. De ser necesario se puede dejar secando más tiempo.

Obs: Se puede acelerar el tiempo de secado utilizando fuentes de calor menores a 100°C, se detalla su proceso más adelante

### Molde



### Piezas de unión



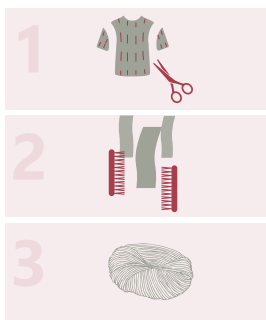
## Receta base

1x Glicerina  
1x Maicena

2x Vinagre  
2x Algodón triturado 6x Agua\*

\*Considerar uso de aguas residuales.

\*\*Medidas en gramos

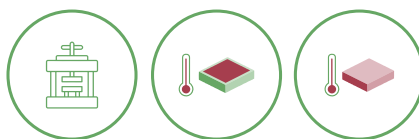


### Obtención de las fibras.

Se cortan tiras de las fibras de aproximadamente 6x15 cm, o de un formato cómodo de manipular. Se rasgan con cepillos metálicos, peinetas de mascotas o usando las manos hasta obtener fibras similares al huaípe.

### Acelerar secado.

Se puede someter la mezcla húmeda a calor menos a 100°C para no cocinar el material. Se pueden utilizar: bombilla infrarroja, deshidratadores, entre otros.

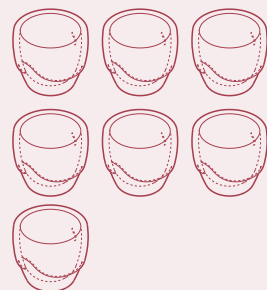


Polera talla xl

=

140  
gramos

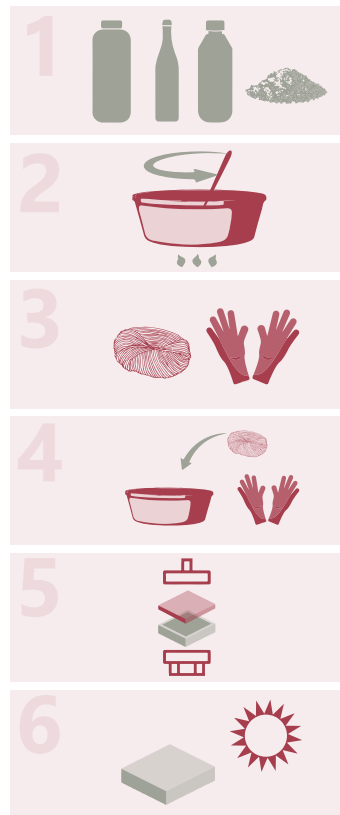
=



# Macetero



Material compuesto manufacturado basado en residuos de algodón de la industria textil y aglomerante de maicena.



- Escanea el código QR para ver el detalle de la receta y encontrar las características del material.

- En la caja podrás encontrar los elementos necesarios para la conformación de un macetero.

Contenido:

- Glicerina
- Algodón 100%, triturado
- Recipiente para medir
- Molde de macetero



10 g Glicerina



10 g Maicena



20 g Algodón



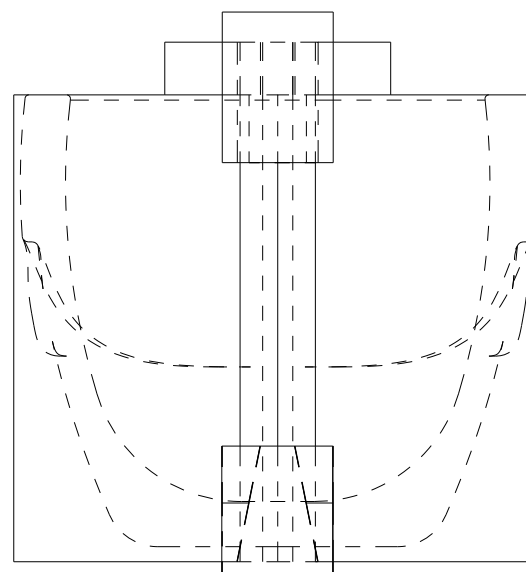
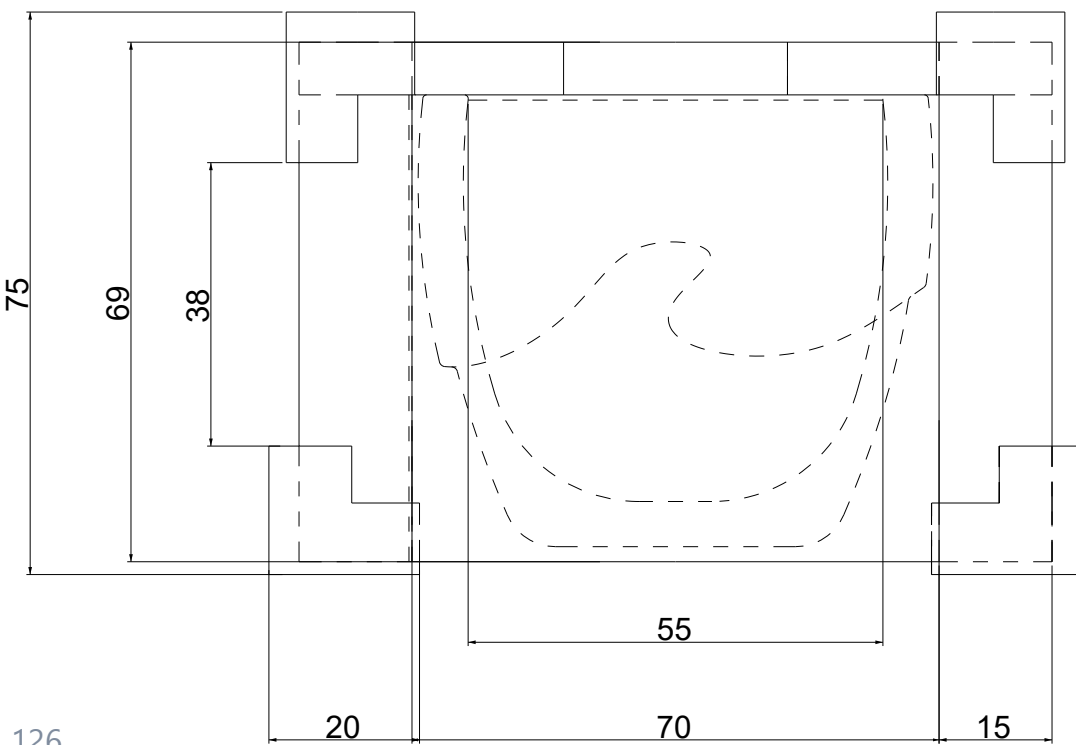
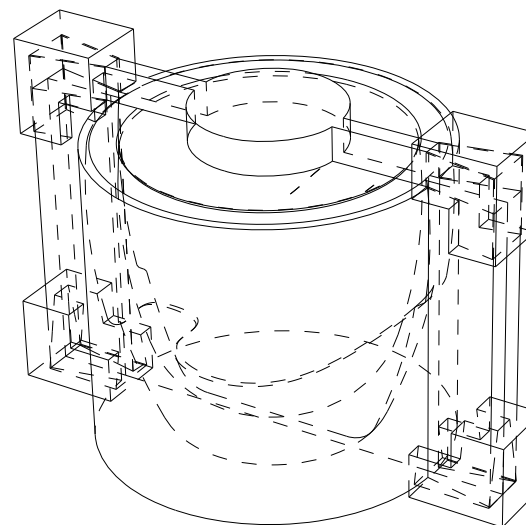
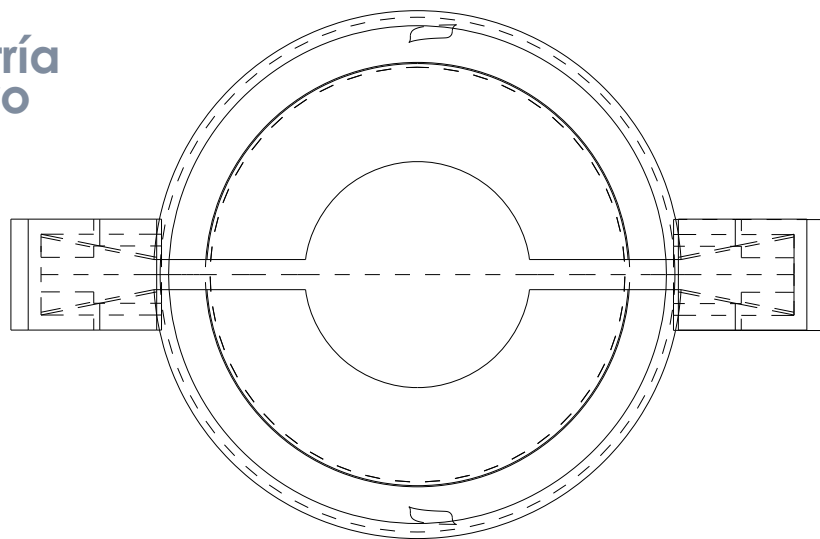
20 g Vinagre



60 g Agua



# Anexo 9 Planimetría macetero



Molde macetero

A4

1:1



