



**DISEÑO | UC**  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

Tesis presentada en la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar por el título profesional de diseñador

**5PRI  
MA**  
plástico sustentable

Julio, 2023

Profesor: Héctor Novoa

Autor: Teresita Palma

Residuo Heterogéneo

## Agradecimientos

Quiero partir esta memoria agradeciendo a todos los que formaron parte de este proceso y me brindaron su ayuda o apoyo para cumplir todo lo que me propuse. Un agradecimiento especial a Héctor Novoa, mi profesor guía, quien me apoyó y guió metódicamente durante todo este proceso. Entregándome todos sus conocimientos de diseño y en relación con el tema tratado. Además, por enseñarme a confiar en mi toma de decisiones e incentivar mi autonomía. Esto me ayudo tanto en mi aprendizaje como alumna como en mi desarrollo personal fomentando e incentivando mi seguridad e integridad como diseñadora.

Al laboratorio de la Universidad de Chile quienes me abrieron sus puertas para llevar a cabo la etapa de experimentación y creación de mi proyecto. Específicamente a Juanito, Jorge y Humberto quienes compartieron sus conocimientos enseñándome y guiándome en todo el proceso experimental técnico.

A la empresa Greenplast, quienes confiaron en mi para realizar este proyecto y compartieron información específica para el desarrollo de este.

Y por último a mi familia y amigos por su constante compañía y apoyo incondicional.

## Motivación personal

Desde el comienzo de la carrera he tenido un apego por el diseño industrial y la creación de productos. Este proyecto nace del interés personal por generar un cambio significativo. Me desafié a mí misma a replantear la forma en que se desarrollan la mayoría de las cosas, enfocándome no en los productos, sino más bien en todo lo que ocurre antes de la creación de estos. Fue así como nació el interés por explorar la tendencia hacia nuevos materiales, la preocupación por los residuos y desarrollar una cierta afinidad hacia el plástico.

Este proyecto representa mi compromiso personal con el diseño consciente y la innovación. Busca crear productos responsables con el medio ambiente y que promuevan el cambio positivo en nuestra sociedad. Impulsando así, un futuro más sostenible y respetuoso. Aplicando el diseño como una herramienta capaz de innovar con soluciones eco amigables.

# Contenidos

## Abstract

### 1 Marco Teórico

#### 1.1 Residuos

-Qué es

-Actualidad

#### 1.2 Plásticos

-Extracción

-Cómo se clasifica

-Procesos para darle forma al plástico

-Producción de plásticos

-Residuos del plástico

#### 1.3 La nueva economía del plástico

- Definición economía circular

- Economía circular en el plástico

- Ellen MacArthur Fundation

#### 1.4 Reciclaje

- Tipos de reciclaje

- Etapas previas

- Tpos de plásticos reciclables

#### 1.5 Residuo Heterogéneo

- Greenplast

- ¿Qué es?

- Oportunidad y apuesta

#### 1.6 Ecodiseño

### 2 Formulación del proyecto

#### 2.1 Oportunidad

#### 2.2 Patrón de valor

-Qué

### Residuo Heterogéneo

-Por qué

-Para qué

#### 2.3 Objetivos

#### 2.4 Contexto

#### 2.5 Usuario

#### 2.6 Estado del arte

#### 2.7 Metodología

### 3 Desarrollo proyectual

#### 3.1 Comprensión

#### 3.2 Experimentación

- a. Residuo heterogéneo no procesado

- b. Residuo heterogéneo procesado

- c. Residuo heterogéneo procesado +

#### 3.3 Patrón de significado

#### 3.4 Creación

-Cruce y concepto del material

-Civic Art LAb

### 4 Proyecto

#### 4.1 Plan de marketing

- Naming

-Desarrollo de la marca

- Packaging

- Plataforma digital

#### 4.2 Proceso de producción

#### 4.3 Implementación

#### 4.4 Modelo de negocio

#### 4.5 Fondos

#### 4.6 Proyecciones

### Bibliografía

# 1– Abstract

El presente documento describe el proceso de investigación, experimentación y creación efectuado durante un año, para el desarrollo de un material a partir del residuo de la industria del reciclaje del plástico.

El plástico es un material que tiene un sinfín de aplicaciones, sin embargo, la producción a escala masiva y la mala gestión de los residuos, ha generado que se convierta en uno de los materiales más amenazantes para la salud humana y el medio ambiente. La producción de éste sigue en aumento, se espera que para el 2050 existan 12,500 mt de espacios destinados a vertederos contenedores de plásticos. (Barra, 2018, p.8)

8 El reciclaje es uno de los caminos planteados por la economía circular, para hacer frente a esto. Este proceso tiene como objetivo alargar el ciclo de vida del material, mediante cuatro etapas (triturado, lavado, pelletizado y control de calidad) con el objetivo de volver a reintegrarlo para ser usado nuevamente en la industria del plástico, sin utilizar materia prima. Sin embargo, dentro de esta industria, se detectó una fuga que genera aproximadamente 8 toneladas de desechos al mes, el residuo heterogéneo. Este desecho está compuesto, en su mayoría, por diferentes tipos de polímeros. Resultado de la mala clasificación que existe hoy en día y la variedad de plásticos que componen los productos, tales como las botellas y sus componentes; tapas, envases y etiquetas. Además, contiene otros materiales como cartón, papel, vidrio, metales y componentes orgánicos. La variedad de elementos hace que sea clasificado como un residuo no reciclable,

ya que el costo de volver a separar o de reciclarlo convencionalmente es muy elevado y poco eficiente.

Mediante el diseño enfocado en la corriente del

## El total de material que se recicla no alcanza el 9% de la producción total del plástico. (OCDE, 2022).

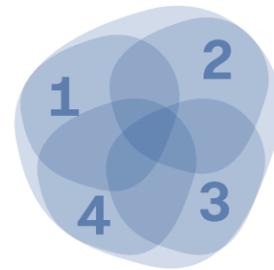
ecodiseño, se abre la posibilidad de abordar este residuo de manera sustentable, revalorizándolo y alargando su ciclo de vida.

Gracias al levantamiento del estado del arte se revela una creciente tendencia hacia nuevas materialidades provenientes de residuos. Desde lo anterior, se presenta una oportunidad sobre el mercado emergente, ya que los consumidores están cada vez más centrados en el ciclo de vida y en el impacto ambiental de los productos que adquieren.

A lo largo de este proyecto, se abordan diversos

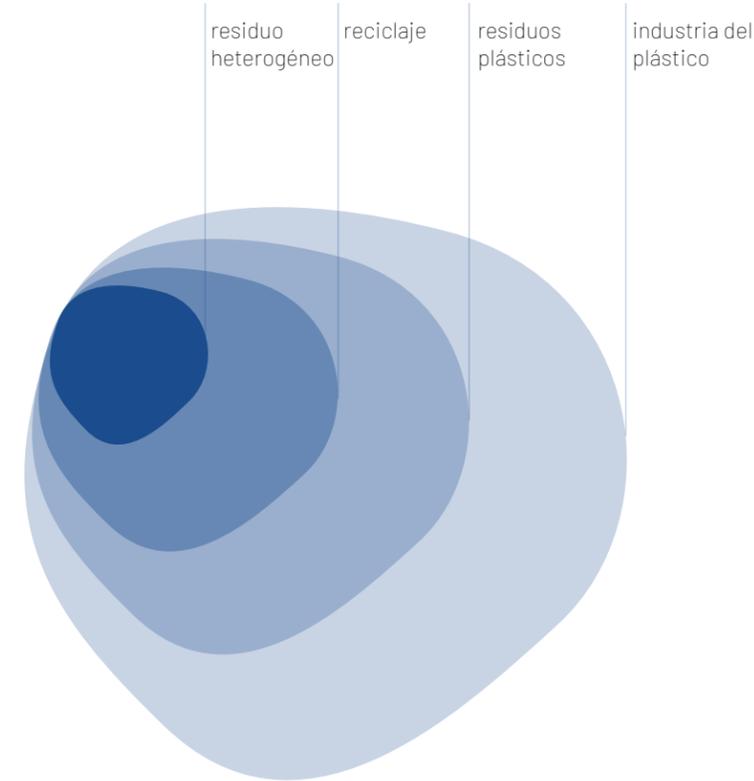
### Residuo Heterogéneo

aspectos fundamentales para resignificar este material, se estudian diversos aspectos y es sometido a varias experimentaciones para reciclarlo y darle una nueva vida. Acompañado de la metodología del Material Driver Design, ya que esta se basa la exploración de los materiales y cómo éste es percibido por las personas, logrando generar emociones. Consta de cuatro etapas: Understanding the Material, Creating Experience, Manifesting Materials Experience Pattern, Design Material/Product Concepts. Este proyecto se llevó a cabo en dos grandes periodos, sistematizando cada etapa de la metodología. Durante seminario se llevó a cabo la primera fase, es decir, la comprensión total del material y las tres restantes etapas se realizaron durante la etapa de título.



A continuación, se presenta u diagramas de conceptos claves que se abordan a lo largo de este proyecto.

### – Ámbito de estudio



– Figura 1. Definiciones claves del proyecto

Se realizó un estudio de la industria del plástico en su totalidad, resaltando aspectos claves en cuanto al manejo de este material. En la figura 1, podemos ver un diagrama, de lo más amplio a lo más particular con respecto a este tema y como se abordó durante el proyecto.

**Industria del plástico:** El plástico es uno de los materiales más omnipresentes de nuestras vidas. Lo podemos encontrar desde mobiliarios, hasta en productos de medicina, en la industria textil, transporte, calzado, juguetes y mucho más. Ciertas propiedades inigualables de este material, tales como “alto peso molecular, baja densidad, alta resistencia a la corrosión, baja conductividad térmica y eléctrica, flexibilidad y aislante de diferentes factores” (Montalvo, 2007) han dado paso a que el plástico se vuelva un material valioso tanto como para la vida cotidiana, como para la economía mundial.

**Residuos plásticos:** Sin embargo, la producción en escala masiva es uno de los problemas más grandes de este material, ya que deja una huella nociva, trayendo consigo el aceleramiento del calentamiento global, el efecto invernadero, la contaminación del mar y con esto daña la biodiversidad tanto marina, como terrestre (Barra, 2018, p.7).

**Reciclaje:** En respuesta al alto impacto a nivel mundial, nace el reciclaje, proceso de recuperación de desechos. Tiene el objetivo de darle un ciclo de vida más extenso y evitar que los residuos terminen en vertederos. Sin embargo, es un proceso muy fragmentado, solo el 9% de los residuos plásticos se recicla (si bien el 15% se recoge para su reciclaje, el 40% de este se elimina como residuo)(OCDE, 2022). La problemática del reciclaje está enfocada en las fugas existentes dentro de este complejo proceso.

**Residuo heterogéneo:** Esta fuga se ha establecido como una constante mezcla imposible de reciclar. Producto de la clasificación y limpieza del mismo material (Eliás,2015). En este proyecto, se plantea diseñar en torno a esta mezcla, creando una nueva materialidad a partir de estudios y pruebas que permitan extender el ciclo de vida del residuo heterogéneo.

01

# MARCO TEÓRICO

– Residuos

Descripción de los residuos a grandes rasgos y la actualidad chilena

– Plásticos

Investigación en profundidad del material y su nueva economía circular.

– Residuo Heterogéneo

Oportunidad hallada en la industria del reciclaje del plástico.

# 1- Residuos

## - Qué es

El ministerio del Medio Ambiente (mma,2011) define residuos como sustancias u objetos que habiendo llegado al final de su vida útil se desechan, procediendo a tratarlos mediante valorización o eliminación. En general, un residuo se refiere a lo que queda después de completarse un proceso o actividad. Hay diferentes tipos de basuras, esta investigación se centrara en los residuos sólidos. Dejando fuera todos aquellos en estado líquido o gaseoso. “Se usa el término residuo sólido urbano para referirse a aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia (J. Sánchez, 2020). Estos residuos suelen ser producidos en los domicilios particulares” (casas, apartamentos, oficinas, tiendas etc.)(mma,2011) Dentro de esta categoría se pueden encontrar los residuos peligrosos, que son aquellos que representan un riesgo para el medio ambiente y la salud debido a sus características tóxicas, corrosivas, inflamables, entre otras. Por otro lado, podemos encontrar, los residuos orgánicos, de origen natural, son biodegradables y se transforman rápidamente en materia orgánica. Por último, existen los residuos inorgánicos, aquellos que se descomponen lentamente, pero pueden ser reciclados, tales como las latas de aluminio, el vidrio, el cuero, el metal, las fibras, los textiles y, por último, y al que se le pondrá énfasis a lo largo de la investigación, el plástico.

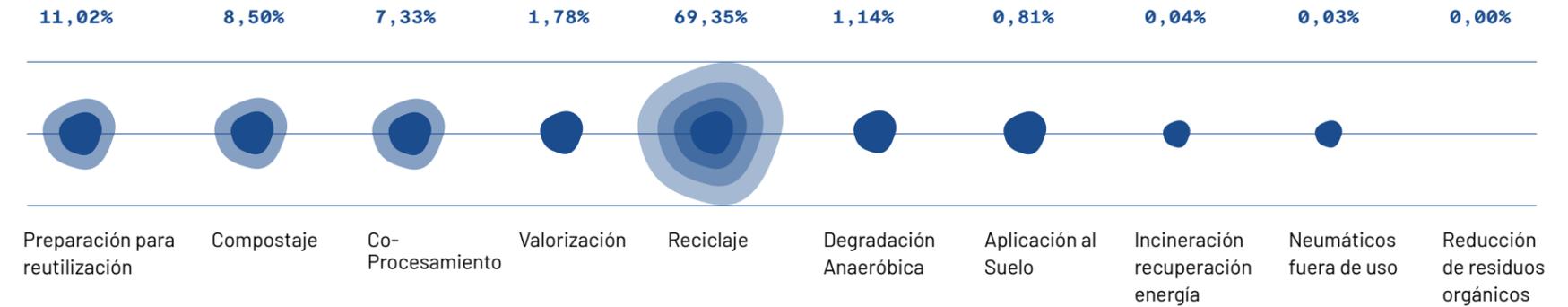
## - En la actualidad

En Chile, según el reporte del estudio medio ambiental del 2020, se generan grandes cantidades de residuos sólidos, siendo aproximadamente el 55% de origen industrial y el 42% residencial o domiciliario. El 22 % se destinó a la valorización y el 78 % a eliminación, alimentando así, basurales, rellenos sanitarios, microbasurales y otros lugares destinados a la disposición final de residuos, que experimentan un crecimiento alarmante. “Si bien los rellenos sanitarios son instalaciones que cumplen las exigencias sanitarias y ambientales establecidas, los países cada vez se enfrentan a más desafíos en la gestión de sus residuos, potenciando la valorización, donde todo residuo potencialmente valorizado deberá ser destinados a tal fin evitando su eliminación.” (maa, 2020)

En Chile, el año 2020, tuvo la más baja tasa de valorización, disminuyendo un 20% en comparación con otros años y países. Este se enfrenta a un gran desafío, empeñando un énfasis en el desarrollo del reciclaje y la valorización de los residuos para reducir su eliminación y promover un manejo más sostenible de los mismos.

## Residuo Heterogéneo

# Valorización de residuos no peligrosos (2020)



- Figura 2.

Elaboración propia de la Valorización de residuos no peligrosos (expresados en participación porcentual)

Según Reporte del Estado del Medio Ambiente (REMA) 2022, se observa que un 69,3% de las toneladas totales destinadas a valorización corresponden a reciclaje, un 11,01% corresponde a preparación para reutilización, seguido por el compostaje con un 8,5% de las toneladas totales.

El plástico representa un 12% del residuo sólido urbanos, (Ojeda, 2019) esto puede cambiar dependiendo de la región y las prácticas de gestión, ya que como es un residuo producido dentro de los hogares puede variar debido a los hábitos de consumo, las prácticas de reciclaje y la infraestructura de gestión de residuos de cada sector. Para comprender en profundidad se realizó un estudio del plástico en su totalidad.

## 2– Plásticos

El plástico es un material que se conforma por uniones de monómeros de origen orgánico, formando largas cadenas de polímeros, lo que lo permite ser maleable. Los gases de petróleo y carbón son las materias primas utilizadas para producir este material. Estas cadenas son el elemento esencial y distintivo del resto de los materiales, ya que, gracias a ellas, el plástico, contiene sus propiedades y características, tales como la deformación, la flexibilidad y el moldeado de este.

Se puede encontrar en una amplia variedad de aplicaciones desde juguetes, elementos estructurales, agrícolas, textiles, aparatos domésticos, decorativos, adhesivos, automóviles, empaques, espumas y mucho más. Es uno de los materiales industriales que brinda mayor crecimiento a la industria moderna (Montalvo, 2007). Esto se debe a la amplia variedad, la facilidad para producirlos y versatilidad.

### – Extracción

Para obtener el plástico, según un estudio de Guillermo Canales del 2015 se pueden reconocer tres diferentes etapas para el pre-consumo de este material.

La primera es donde se obtiene la materia prima para producir el plástico. Esta consta de la explotación de hidrocarburos (petróleo y gas). Esta etapa es un proceso que se aplica para diferentes industrias.

La segunda etapa, se enfoca en el procesamiento de las materias primas.

La tercera etapa se sintetiza el material en el estado y el formato necesario para la industria del plástico.

Estas tres etapas cuentan como parte de la Industria del petróleo, gas y petroquímica, por esta razón los productos plásticos también llevan una carga energética y ambiental asociada a su origen petrolero. Luego la transformación de los polímeros en productos finales se considera parte de la industria del plástico.

Luego de la extracción, sigue el proceso de fabricación del plástico, donde están los dos procesos principales, la policondensación y la polimerización donde se conforman las cadenas de macromoléculas. Su estructura y sus dimensiones en función del tipo de monómero básico que se haya utilizado.” (...) De esta manera se conforman las cadenas de macromoléculas.

### Residuo Heterogéneo



– Figura 3.

Industria Petrolera

### – Cómo se clasifican

Existen tres clasificaciones según la composición de sus macromoléculas dentro de las cadenas:

**Plásticos termoplásticos:** Conformado por macromoléculas dispuestas libremente sin entrelazar. Estos tipos de plásticos son fáciles de reciclar, ya que es posible exponerlo a temperaturas para moldearlos y dar diversas formas. Una vez que se enfrían vuelven a tener sus propiedades iniciales. (López, 2020)

**Plásticos termoestables:** Sus macromoléculas, entrelazadas, forman una red de malla cerrada. Estos plásticos también se pueden ablandar y exponerse a diferentes temperaturas, sin embargo, esta red al estar expuesta al calor se quiebra y al enfriarse estos pierden su composición y desgastan sus propiedades, por lo tanto al reciclar se recomienda darle un nuevo uso. (López, 2020)

**Plásticos Elastómeros:** se conforman por macromoléculas que se ordenan en una res de malla. A diferencia del anterior está compuesto por pocos enlaces lo que permite tener plásticos con alta elasticidad y viscosidad, por lo que al dejar de aplicar fuerza o presión sobre ellos retoman su forma. (López, 2020)

La composición de macromoléculas ofrece la posibilidad de introducir al plástico en una gran variedad de procesos que permiten dar forma a este material. Además, esta clasificación es muy importante para saber diferenciarlos al reciclar y disminuir el impacto nocivo de este material en el medio ambiente.

# Procesos para darle forma al plástico (Soberón, 2007)

Residuo Heterogéneo

## Modelado por prensa

Método más usado para producciones unitarias y pequeñas series. Este procedimiento es indicado para moldear resinas por lo general en macho y hembra, se calienta, se le aplica el desmoldante y se deposita en ella la cantidad precisa del material. Luego de cerrar el molde la resina se distribuye en su interior, se aplica calor y presión.



## Termoformado

Termoformado: Con aire a presión, se obliga a la hoja a cubrir la cavidad interior del molde y adoptar su configuración.



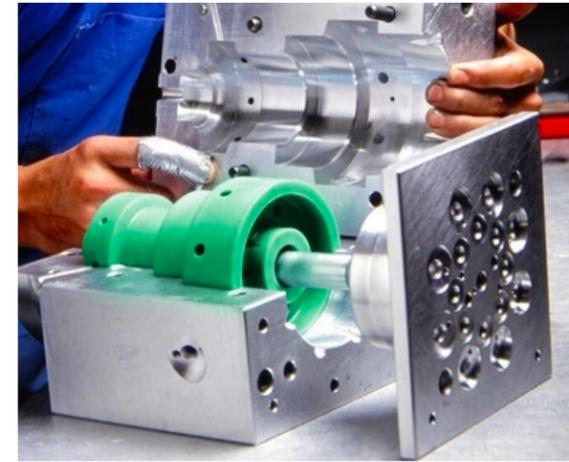
## Soplado

Soplado de cuerpos huecos: mediante una extrusora se producen dos bandas calientes, que se introducen al interior del molde partido. Posteriormente se cierra el molde y mediante un mandril se introduce aire a alta presión entre las dos láminas, esta presión hace que las láminas de plástico se adhieran a las paredes interiores del molde haciendo que tomen su forma.



## Fundición

Fundición: el plástico se calienta hasta que esté fluido y se vierte en el molde.



## Extrusión

Extrusión: el plástico se vierte en una tolva que luego alimenta una larga cámara de calefacción, a través de la cual se mueve el material por acción de un tornillo sin fin. Al final de la cámara el plástico es forzado a salir en forma continua y a presión rellenando el molde.



## Inyección

Se deposita en una tolva, que alimenta un cilindro, mediante la rotación de un tornillo sin fin, por efecto de la fricción y del calor la resina se va fundiendo hasta llegar al estado líquido, el husillo también tiene aparte del movimiento de rotación un movimiento axial para darle a la masa líquida la presión necesaria para llenar el molde, actuando de esta manera como un émbolo.



Fuente: Plásticos industriales y su procesamiento (Soberón, 2007)

– Producción de plástico y su vida útil

El uso del plástico se generalizó tras la Segunda Guerra Mundial y a día de hoy este material, se convirtió en uno de los más usados en la vida cotidiana. Su masificación ha llevado a la producción en serie, trayendo consigo complicaciones para la contaminación marina y la biodiversidad de la tierra.

A continuación, se muestran un estudio realizado por la empresa National Geographic, en el año 2015, en donde muestra las industrias asociadas a este material, su producción anual y un promedio de su vida útil.

**“Hasta la actualidad se han fabricado unos 8,3 mil millones de toneladas de plástico desde que su producción empezase sobre 1950, lo que equivale al peso de unos mil millones de elefantes.” (Greenpeace, 2023)**

– Producción anual de plástico y su vida útil

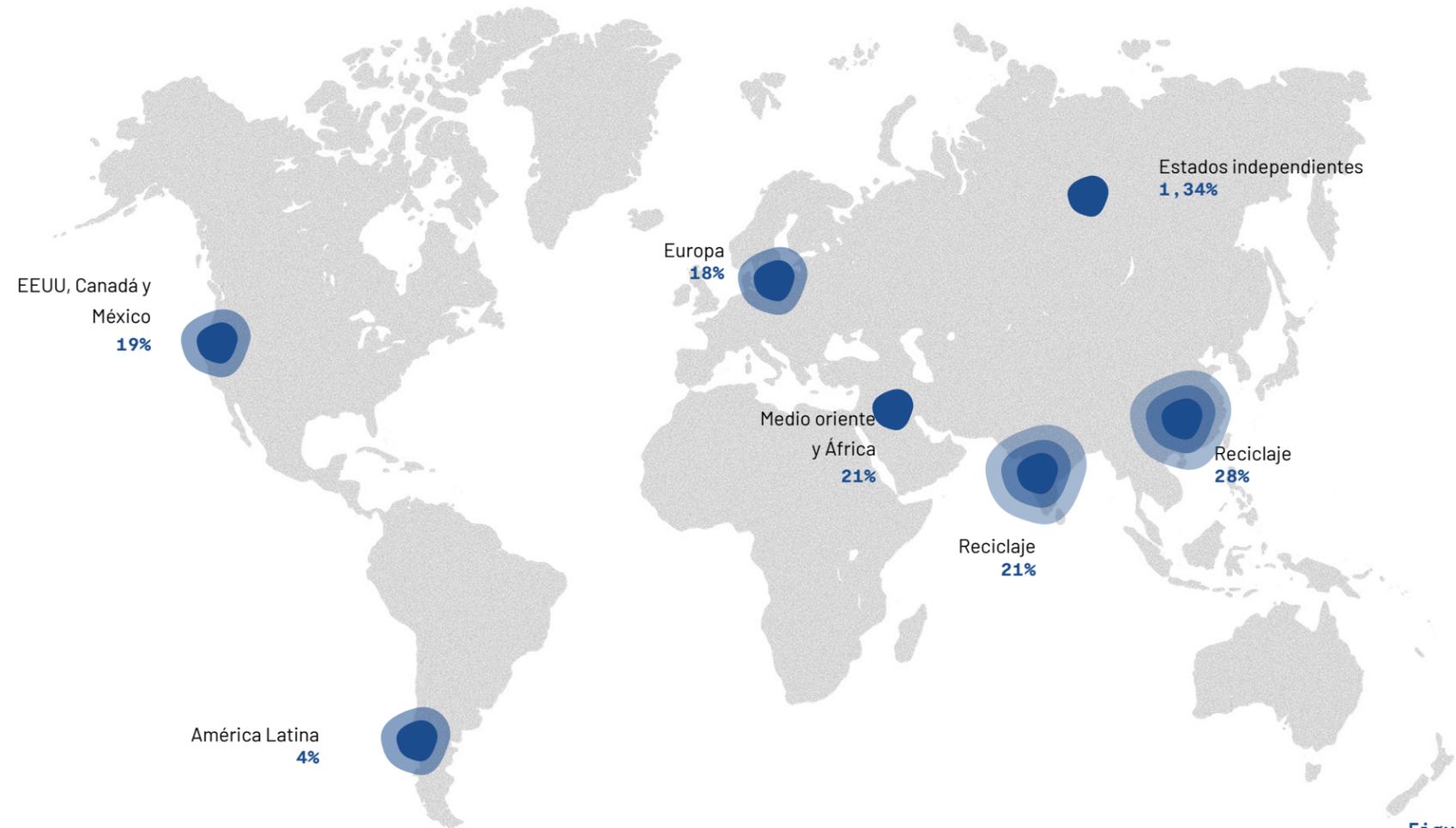
industria	Envases y embalajes	Productos de consumo	Textil	Electrónicos	Transporte	Maquinaria industrial	Construcción	Agricultura
toneladas	146 toneladas	42 millones de tonelads	59 millones de toneladas	18 millones de toneladas	27 millones de toneladas	3 millones de toneladas	65 millones de toneladas	6.5 millones de toneladas
vida útil	6 meses	3 años	5 años	8 años	13 años	20 años	35 años	1 año

Fuente: National Geographic, 2020

– Figura 4.

Elaboración propia de la producción anual del plástico

# Producción de plásticos a nivel mundial



– Figura 5.

Distribución mundial de la producción de plásticos

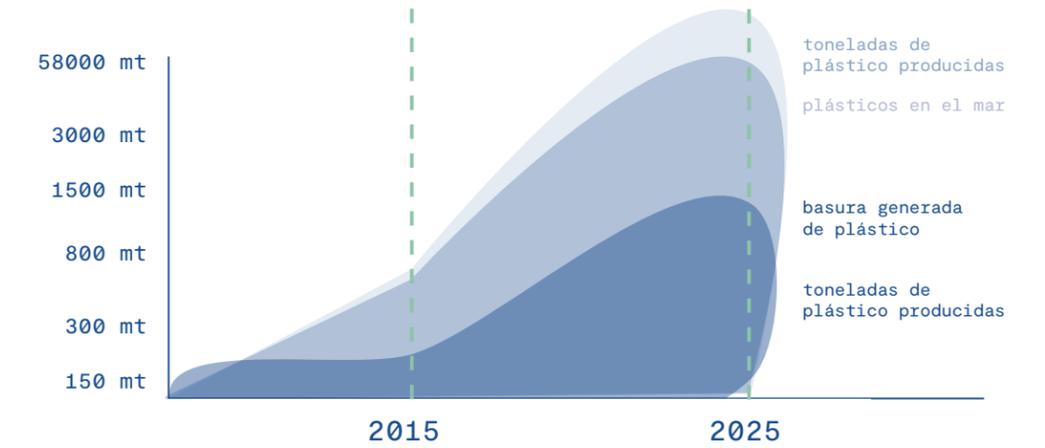
## – Residuos del plástico

Según un estudio de la STAP del 2018 (grupo de científicos que asesoran el fondo para el medio ambiente) La producción de plásticos produce 322 millones de toneladas métricas y se espera que para el 2035 se duplique y se cuadruplica para el 2050. Se estima que el océano ya tiene 150 mt de plástico, para 2050 habrá más plástico por peces que peces en el mar. La economía que hoy se mantiene, es una economía que surge a partir de la revolución industrial, la cual fue “provocada por el deseo de adquisición de capital. Las industrias querían producir de la forma más eficiente posible, y hacer llegar la mayor cantidad de bienes a la mayor cantidad de personas” (McDonough-Beaugart,2005). Debido a esto la industria se fue modificando en cuanto a sus procesos productivos volviéndolos todos mecanizados, con el fin de producir una mayor cantidad. Sin embargo, no tomaron en cuenta el daño que significaba producir a esa escala masiva y el impacto irreversible que este provocaría en la biodiversidad de la tierra.

Hoy en día, el plástico, es una de las mayores amenazas debido a la gran escala de producción y las malas prácticas de eliminación, esto trae complicaciones para la contaminación marina, biodiversidad y contaminación química, generando un impacto irreversible en el medio ambiente.

– Figura 6.

Impactos actuales y futuros de la producción del plástico.



## – Residuos del plástico

En cuanto a la producción se espera que para 2050 se cuadruplicen las toneladas de plástico, por ende, se cuadruplica la extracción de materias primas. La producción de gases nocivos aumentara un 15% este mismo año. Y sobre la disposición de residuos se aproxima que las montañas de basura plástica aumentara de un 5,800 Mt a 33,000 Mt, se triplicara la tierra destinada a vertederos.

### 3— La nueva economía

#### -Definición economía circular

En respuesta al agotamiento de recursos que trajo la economía lineal, donde su enfoque consiste en tomar, hacer y deshacer, lo que implica botar millones de toneladas de materias prima provocando un daño irreversible en el medio ambiente. Nace la economía circular, como se conoce hoy en día se refiere a la "separación del crecimiento económico de la extracción y el consumo de recursos naturales limitados, es decir, recursos escasos con huellas negativas, como combustibles fósiles o metales y minerales difíciles de reciclar, donde la dependencia crea un mercado competitivo y desventaja con el tiempo" (Lacy- Rutqvist, J.,2015). Esta es un concepto estratégico basado en la reducción, reutilización y recuperación de las materias primas y la energía.

La manera más fácil de comprender este sistema es con el diagrama de mariposa. El cual muestra cuáles son las dos caras de la economía circular. En el lado derecho se encuentra lo técnico, con el reciclaje, la remanufacturación, la reutilización y el mantenimiento de los productos. Mientras que el lado izquierdo apunta al ciclo regenerativo donde se valoriza y se devuelve al sistema, la materia y energía rescatada de estos procesos. (Ellen Macarthur Foundation, 2017)

***No obstante, a pesar de que esta economía está en boga de todo el mundo según un estudio de The Circularity Gao Report 2021 "sólo un 8,6% de la economía mundial está enfocada en la lo circular". (CGR, 2021)."***

**¿Cómo podemos traducir esto a la industria del plástico?**

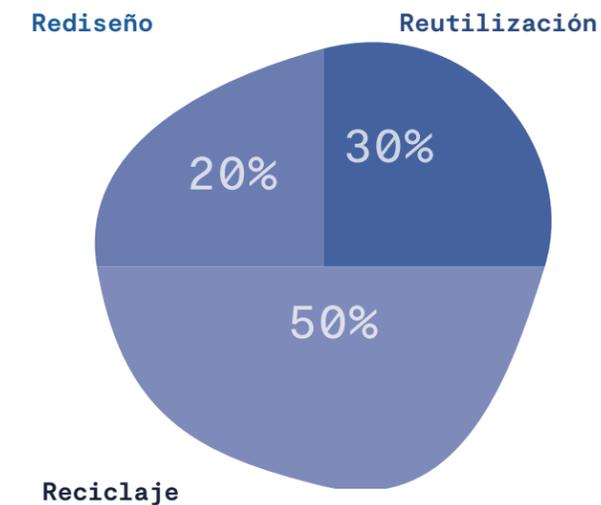
## -Economía circular en la industria del plástico

Hoy en día, siendo el plástico un material amenazante para la salud y el bienestar de la población. Se genera un planteamiento de un sistema que promueve la reutilización y la revalorización de los productos plástico, con el fin de evitar que estos terminen en vertederos. Además de diferentes políticas y estrategias públicas para promover el buen uso de este material. Como lo es la Ley REP en Chile. Según el MMA, esta ley promueve la responsabilidad extendida del productor, estableciendo un mecanismo para que los productores se hagan responsables de la organización y gestión de residuos de sus residuos.

## Residuo Heterogéneo

### - Ellen MacArthur Foundation

Se toma como referencia a la organización EMF, quienes se encargan elaborar propuestas ligadas a los residuos y la economía circular. Ellen Macarthur Foundation, en su libro sobre la nueva economía del plástico, plantea un conjunto de políticas y estrategias. Esto nace por la preocupación de la actual cadena de valor lineal presentes en los plásticos, con la finalidad de mover esta cadena hacia un espiral positivo de captura de valor, una economía más fuerte y mejores resultados ambientales. Dentro de su proyecto, la nueva economía del plástico ofrece un replanteamiento para todos los plásticos. Esta visión audaz se basa y se alinea con los principios de la economía circular, un modelo económico que es restaurativo y regenerativo por diseño. Para esto, plantea tres acciones enfocadas en él, rediseño, la reutilización y el reciclaje.



## 20% Reutilización

Los autores plantean que sin un rediseño e innovación, alrededor del 30% de los envases de plásticos nunca se reutilizarán ni reciclarán. En esta categoría entran envases de pequeño formato; embalaje de varios materiales de embalaje de plástico poco comunes; y envases contaminados con nutrientes. Si bien a menudo ofrecen una alta funcionalidad, estos tipos de envases no tienen una vía viable de reutilización o reciclaje. Para cambiar estos segmentos a un ciclo de materiales más positivo, se requiere un rediseño fundamental y la innovación de materiales, formatos, modelos de entrega y sistemas de uso posterior.

## 30% Rediseño

En segundo lugar, se plantea, el 20% de envases de plásticos, la reutilización proporciona una oportunidad atractiva. Éste apunta a los envases de un solo uso, tales como botellas personales y cuidado del hogar, bolsas de transporte, botellas de bebidas, envoltorios de negocio a negocio, e embalaje de empresa a empresa y modelos de entregas. Para esto se propone ampliar los productos reutilizables e innovar en los modelos de entrega basándose en la reutilización.

## 50% Reciclaje

Por último, se establece que con esfuerzos concentrados en diseño y sistemas posteriores al uso, el reciclaje es atractivo para un 50% restante del plástico. Actualmente, el reciclaje es un proceso en donde el promedio del costo de la recolección, la clasificación y el reciclaje supera los ingresos generados, esto se debe a que es UN procesos se encuentran muy fragmentados, lo que impacta negativamente a la economía del reciclaje. Se propone una combinación de la innovación continua con una mayor armonización del diseño de envases y los sistemas de uso posterior impulsaría una espiral virtuosa y positiva para la aceptación, la economía y la calidad del reciclaje de envases de plástico. Para esto propone, implementar cambios en el diseño de los envases, armonizar y adoptar mejores políticas de recolección y clasificación, explotar el potencial del material y, por último, ampliar los procesos del reciclaje de alta calidad.

## 4— Reciclaje

El reciclaje es un “proceso en el cual las materias primas vuelven a tener vida útil, transformándose en nuevos materiales, después de haber terminado su ciclo, disminuyendo así los residuos generados y evitando la extracción de materias primas vírgenes.” (López, 2020)

El plástico se ha masificado exponencialmente, es un material de bajo costo, práctico, duradero y fácil de producir. Sin embargo, este es “poco biodegradable, ya que puede tardar en descomponerse cientos de años, lo que lo ha catalogado como uno de los materiales más contaminante en la actualidad, por esto la importancia de reciclar”. (López, 2020)

### — Tipos de reciclajes

Un estudio de la Fundación Aquae, que se dedican al impulso de la educación, apoyo y difusión de la sustentabilidad, establece que existen tres tipos de reciclajes:

**Reciclaje mecánico.** Se cortan las piezas de plástico en pequeños granos y se tratan de forma posterior.

**Reciclaje químico.** Se degradan los materiales plásticos a través del calor para conseguir moléculas simples, a partir de las cuales obtener otros tipos de plásticos o combustibles.

**Reciclaje energético.** Convierte el plástico para un aprovechamiento energético.

### Residuo Heterogéneo

## En este momentos “solo un 14% de los envases plásticos se recolectan para reciclar a nivel mundial” (EAF, 2007)

### — Etapas previas

Esto se debe a que el reciclaje es el “resultado final de las etapas intermedias de recolección, clasificación de los plásticos por tipos y procesamiento de los mismos.” (Pacheco-Ronchetti-Masanetb, 2012) Solo es posible considerar si es efectivo el reciclaje, de un producto, “cuando la cadena de recolección, clasificación y reciclaje funciona de manera exitosa en la práctica y a escala.” (Ernst- Weizsäcker- Lovins- Hunter Lovins,1998). Sin embargo, estos procesos conllevan ciertos errores que complejizan e irrumpen el proceso de reciclado. En primer lugar, durante la recolección, se deben recolectar todos los plásticos, en los puntos limpios. El déficit existe, ya que el plástico es un material asociado al consumo personal, corren por cuenta del consumidor. Por lo tanto, se debe educar y comunicar de la forma correcta, para concientizar

sobre los beneficios y posibilidades que existen de darle nueva vida a los residuos plásticos.

El siguiente paso consiste en clasificar el plástico y “retirar otro tipo de elementos como etiquetas, suciedad, entre otros, con el fin de disminuir reprocesos en las siguientes operaciones” (López, 2020), ya que mientras más limpio se encuentre el plástico, más sencillo de reciclar. Esta etapa es producto de una clasificación manual, por lo que el margen de error tiende a ser elevado. Hoy en día para reciclar plásticos, se deben clasificar por tipo de plásticos, ya que todos tienen diferentes temperaturas de fusión y reaccionan de diferente forma a distintos factores, por ende, reciclarlos todos juntos es una desperdicio de tiempo y material.

Por lo tanto, podemos comprender, que el reciclaje consta de etapas previas y la fragmentación de estas hace que el proceso sea más complejo y menos efectivo.

### — Tipos de plásticos reciclables

Principales tipos de plásticos que pueden ser reciclados, mediante el reciclado más común, el reciclaje mecánico.

#### 1 - PET (Tereftalato de Polietileno)

Se trata del plástico más común empleado en la producción de envases como botellas de refrescos, agua, aceite... Este material tiene la ventaja de ser reciclable para obtener fibras con las que rellenar almohadas o confeccionar alfombras; por tanto, se recomienda introducirlo en el contenedor correspondiente. Asimismo, es reutilizable si está profundamente limpio.

#### 2 - HDPE (Polietileno de alta densidad)

Se distingue por su mayor grosor y rigidez, lo que le confiere más resistencia tanto al calor como al frío. Se emplea para fabricar botellas de lácteos, garrafas, detergentes, bolsas de plástico... Es reciclable y se puede emplear para hacer macetas o contenedores de basura. También es reutilizable si está en óptimas condiciones higiénicas

#### 3 - PVC (Polivinilo)

Este material, por sus características, es perfecto para la fabricación de botellas de champú y detergentes, juguetes, tuberías, mangueras e incluso envoltorios de alimentos.

#### 4 - LDPE (Polietileno de baja densidad)

Destaca por ser un material muy seguro. De ahí que esté presente en envases como botellas de agua, bolsas de supermercado, plásticos para envolver y guantes. Puede ser reciclado, especialmente como bolsa.

#### 5 - PP (Polipropileno)

Es un material resistente al calor y no deja pasar la humedad, grasa o productos químicos. Esta propiedad lo hace idóneo para la fabricación de envases de mantequilla y yogures, así como para pajitas y tapas de botellas. Se puede reutilizar con toda seguridad y, además, permite ser reciclado (peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para automóvil, etc.).

#### 6 - PS (Poliestireno)

Su uso está muy extendido entre las cafeterías y restaurantes de comida rápida porque, concretamente, se encuentra en los envases de las hamburguesas, vasos desechables para bebidas calientes, cubiertos y tarrinas de helado. Hay que tener en cuenta su alto grado de contaminación, por lo que no debe reutilizarse para contener otro alimento. Sin embargo, puede reciclarse porque es indicado para hacer viguetas de plástico o macetas.

#### 7 - Otros plásticos y materiales compuestos

Esta categoría es una combinación de diversos plásticos. Está compuesta por el PC (Policarbonato), muy común en botellas de ketchup, biberones, jeringuillas, CD's o DVD's; y también por los nuevos plásticos biodegradables fabricados con almidones vegetales. Estos envases no son reutilizables ni tampoco reciclables, excepto los etiquetados como “PLA”, que al ser biodegradables sirven para obtener compost.

Para efectos de este proyecto se trabajó junto a la empresa Greenplast, recicladora de plásticos con baja densidad, específicamente el 2, 4 y 5.

## 5- Residuo heterogéneo

### -Greenplast

Esta empresa es un actor dentro de la economía circular de los plásticos en Chile. Se dedica a reciclar y valorizar, de forma mecánica, los plásticos con densidades menores a uno, es decir que flotan en el agua. Estos son polietileno de alta y baja densidad (HDPE) (LDPE) y polipropileno (PP). El aporte de esta empresa es fundamental “para evitar que cada año más de 10 mil toneladas de plástico terminen en los vertederos de Chile”. (Greenplast, 2020)

El proceso de la industria del reciclaje de los plásticos con densidades menores a uno, consta de cuatro etapas:

**1** Se comienza con la trituración, tal como dice su nombre, el propósito de esta etapa es triturar y moler los productos de los plásticos dejándolos de un tamaño de 70 y 30 milímetros aproximadamente.

**2** Luego viene la etapa de lavado y secado, donde se dividen los plásticos por sus diferentes densidades, con el fin de eliminar las “impurezas” ajenas al material que se utilizará. Este proceso se hace en tinajas de agua, ya que esta tiene una densidad equivalente a 1 g/cc, por lo tanto, los plásticos con densidades menores a 1 flotan y el resto se hunde siendo eliminado del proceso. Luego pasa por un secado para seguir trabajando la mezcla seleccionada.

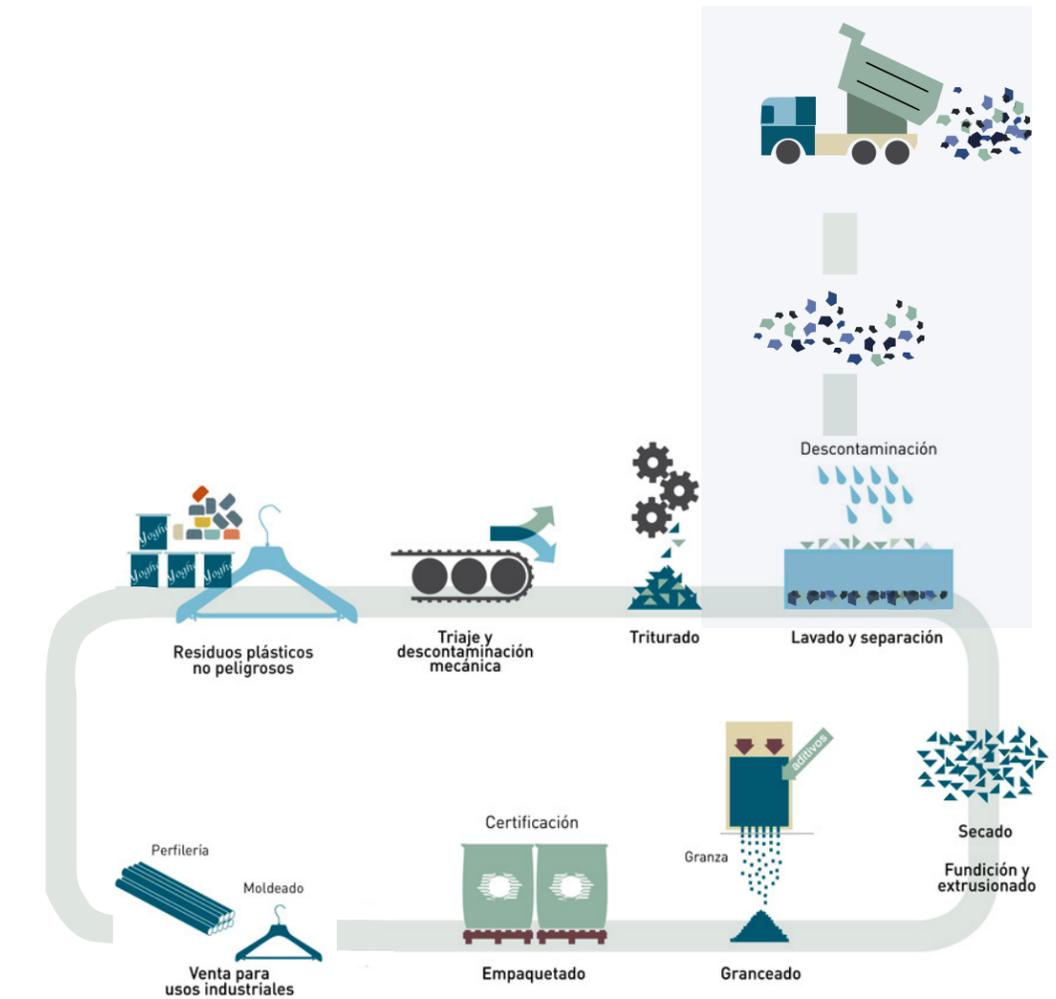
**3** Una vez limpio y seco, el material se calienta y es extruido de forma cilíndrica. Al mismo tiempo que sale de la extrusora, este es cortado transversalmente convirtiéndose así, en miles de pellet de pocos milímetros de diámetro.

**4** Para finalizar pasa por un control de calidad y homogeneización del pellet. (Greenplast, 2020)

### - Greenplast

Sin embargo, dentro de esta industria, contiene una fuga proveniente de la etapa de lavado. Esta se produce debido a la mala clasificación primaria de los plásticos, lo cual brinda alrededor de 100 toneladas anuales de “basura” para alimentar vertederos. A este residuo le llamamos Residuo heterogéneo.

Para efectos de esta investigación se ha establecido trabajar con el residuo restante de la etapa de lavado del proceso de reciclaje, el Residuo Heterogéneo.



- Figura 7.

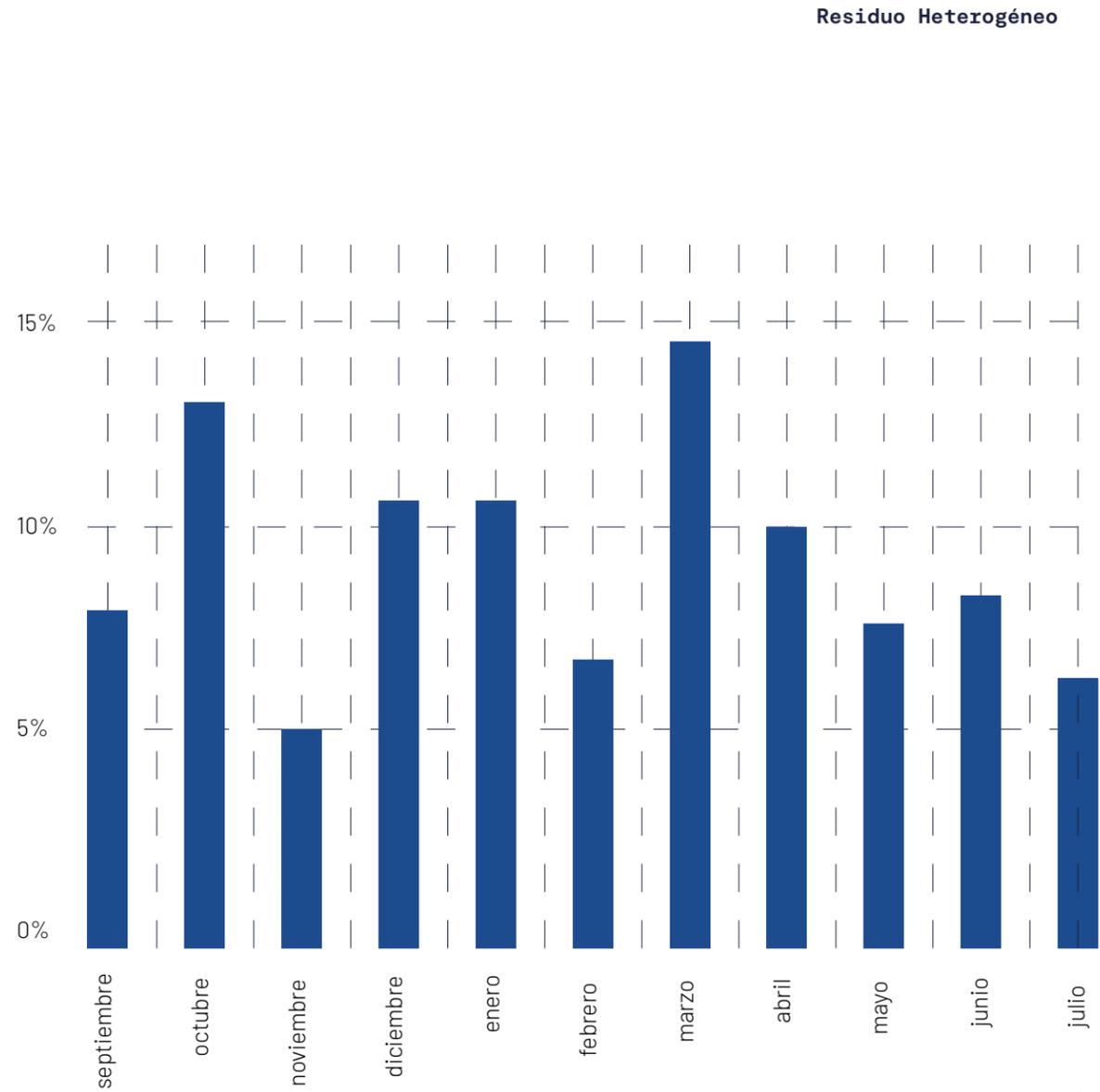
Diagrama recuperado de Gestión de residuos, mas elaboración personal, sobre el reciclaje.

-¿Qué es?

El residuo heterogéneo es una mezcla de diferentes tipos de plásticos e incluso diversos materiales como cartón, papel, tierra e incluso vidrio y metal. Debido al alto precio, poca valorización y baja calidad de este material, la empresa, y la industria en general del reciclaje, lo desecha. Valentín Martínez, experto en reciclaje y Gerente General de Greenplast detalla lo siguiente: "si meto 'x' toneladas a la extrusora voy a rescatar aproximadamente 2% para convertirlo en pellet, ya que lo más probable es que se queme la mayor cantidad de plástico" (Valentín Martínez, comunicación personal, 7 de octubre). Desde lo anterior, se determina que una de las grandes problemáticas es que cada plástico se ve alterado por diferentes factores, mayoritariamente la temperatura, por lo tanto, al trabajar con mezcla de plásticos tiende a quemarse la gran mayoría de la mezcla, ya que las diferentes temperaturas, para cada tipos de plástico, oscilan entre 70º hasta 260º grados el más alto, quemando la muestra.

-Cuantificación del residuo

Desde Septiembre del 2022, junto a la empresa Greenplast, se ha llevado a cabo la cuantificación mensual de este residuo, con el objetivo de tomar consciencia sobre todo el material que es eliminando.



- Figura 8.

Elaboración propia junto a Greenplast, de la cantidad de residuo durante 11 meses.

- Oportunidad y apuesta

Al analizar la problemática se vio una oportunidad de diseño para trabajar con este residuo heterogéneo. El cual es producto de la mala clasificación previa que se le realiza a los plásticos antes de ser llevados a las plantas de reciclaje y que hoy en día alimenta constantemente los vertederos. Por lo tanto, en base a la corriente del ecodiseño y la metodología del material driven desing se llevó a cabo esta investigación para valorizar esta purga.



- Figura 9.

Recolección del residuo en Greenplast.

## 6— Ecodiseño

El ecodiseño es una alternativa enfocada en minimizar los costes medioambientales, tiene como objetivo analizar el producto y su ciclo de vida, desde la materia prima, hasta que se convierte en desecho. (Usón-Barián, 2012) Está visto con un enfoque metodológico, ya que consta de alternativas, estrategias y variaciones de técnicas en los procesos de diseño (Fuentes, 2022), para lograr disminuir el impacto ambiental de los productos o servicios que rodean al ser humano. Por lo tanto, a través del ecodiseño podemos “reformular los productos a partir del diseño mismo y la actuación proactiva a lo largo de todo su ciclo de vida” (Orbegozo-Molina, s.f).

32

Su objetivo final, es la reducción del impacto ambiental, tomando en cuenta todos los niveles, tanto económicos, como sociales y sobre todo un enfoque específico sobre los procesos de producción, “empeñándose en obtener productos que ocasionen el menor impacto posible en el ecosistema” (Querney, 2009). Para esto se debe tomar en cuenta diferentes aristas que nos aportan para lograr un diseño responsable. Tales como, la reducción de materia prima finita, la optimización de usos de energía y de agua, la eficiencia en los procesos, la necesidad de productos de calidad y duraderos, reducción de costos y, por último, la innovación de tecnologías, materiales y mercados “para desarrollar la gestión y el diseño de productos” (Querney, 2009) que sean circulares.

Así mismo, la elección de materialidades a la hora de diseñar es crucial. ya que, una elección sustentable se

“reduce entonces a usar menos cantidad, de fuentes renovables, obtenidas de fuentes o mediante procesos más “limpios”, con menores impactos en las diversas fases de su ciclo de vida”. De este modo es de suma importancia tener conocimiento de los materiales, su origen, su composición y sus características, para luego diseñar consientes.

Según un estudio de la Universidad de Zaragoza, el ecodiseño “se presenta como una herramienta versátil y útil para detectar puntos ineficientes” (Usón-Barián, 2012). Desde esta última definición, en este proyecto, se ha determinado una fuga dentro del reciclaje del plástico de Greenplast; la imposibilidad de reciclar los residuos restantes provenientes de la segunda etapa del proceso. Una ineficiencia dentro del proceso de reciclar plásticos, que trae consigo consecuencias graves para el medioambiente.

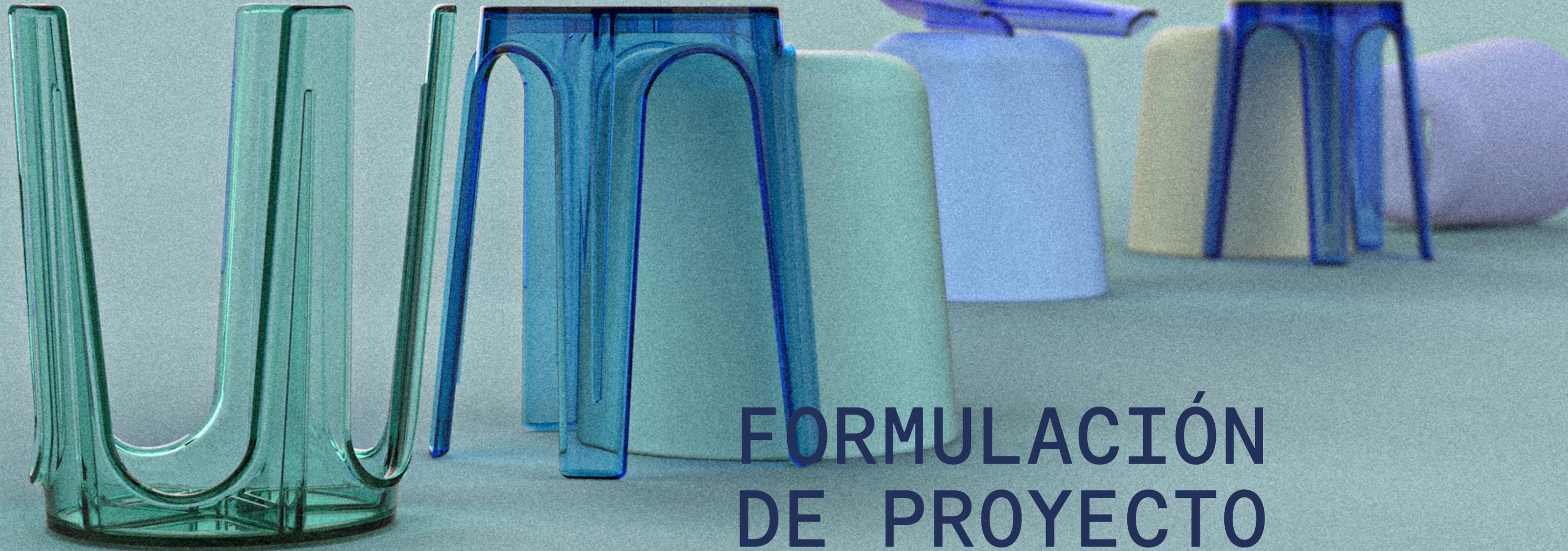
El residuo heterogéneo se plantea como una oportunidad de diseño, la cual se debe abordar en base al ecodiseño y las oportunidades que este brinda.

Esta mezcla heterogénea sigue siendo en su mayoría, plástico, por lo que mantiene las propiedades genéricas que trascienden en todos los tipos de estos. Estas son baja densidad, alta resistencia a la corrosión, baja conductividad eléctrica, inerte, aislante térmico y acústico (Montalvo Soberón, 2007) las cuales se puede sacar beneficios para valorizar el residuo.

### Residuo Heterogéneo

33

02



# FORMULACIÓN DE PROYECTO

# 1— Oportunidad de diseño

Existe una nueva tendencia hacia el consumo responsable, protagonizada por los propios consumidores y seguida por los productores. Esto se debe a la creciente conciencia que se ha generado en las personas, con respecto a los desafíos ambientales y el impacto negativo que ha tenido el consumo lineal en el medio ambiente. Según un estudio de Mercado Libre, se asume que, desde el contexto de pandemia, el consumidor optó por escoger una oferta de productos sustentables ya que, entre marzo y mayo, de ese año, se duplicó la cantidad de compradores que visitaron la sección de productos sustentables y “la cantidad de compradores totales y nuevos compradores creció en un 100% en ese mismo periodo analizado. Este crecimiento se dio especialmente en las categorías movilidad sin emisiones, en reutilizables y basura cero” (mercado libre, 2020))

En consecuencia, los impactos sociales y medioambientales se han convertido en un factor determinante a la hora de seleccionar productos. La importancia de su origen, las condiciones de producción y sobre todo el impacto que producen, le dan un valor asociado a la marca y al producto que se está seleccionando, enfocándose en transmitir un propósito y alinearse con los valores de esta nueva tendencia.

En vista del aumento constante de las emisiones de dióxido de carbono de origen humano y el compromiso global de reducirlas para abordar el cambio climático, se espera un aumento en la demanda de bienes y servicios con una menor huella de carbono.

Ante esta situación, se vuelve necesario buscar materiales alternativos que tengan una menor huella de carbono, que contribuyan a una producción más sustentable y considerando el cambio de actitud de los consumidores. Dadas estas circunstancias nace la necesidad de revalorizar el residuo heterogéneo, proveniente de la industria del reciclaje, convirtiéndolo en un plástico resistente y flexible, con el objetivo que este tenga un ciclo de vida mayor que el resto de los plásticos y disminuyendo así el impacto de este residuo en los vertederos.

**“57% de los consumidores están dispuestos a cambiar sus hábitos de compra para ayudar a reducir el impacto ambiental negativo.”(IBM,s.f)**

# 2— Patrón de valor

Se espera que la propuesta de Diseño logre eliminar el residuo restante de la industria del reciclaje del plástico. Revalorizándolo en un material que reduzca la huella de carbono en la industria del plástico, contribuya la economía circular, desvíe los desechos de los vertederos y que no sea producto de la explotación de las materias primas finitas de nuestro planeta.

## — Qué

Diseño de una nueva materialidad a partir del residuo proveniente de la industria del reciclaje del plástico.

## — Porqué

La industria del reciclaje juega un papel importante en la reducción de residuos que acaban en vertederos, revalorizando los desechos generados. Sin embargo, es necesario seguir avanzando para disminuir el impacto ambiental del reciclaje y encontrar soluciones innovadoras en la industria de los materiales plásticos.

## — Para qué

El proyecto tiene como propósito reducir el impacto ambiental del proceso de reciclaje al desarrollar una nueva materialidad a partir de residuos heterogéneos. Además, busca fomentar la innovación en la industria de los materiales plásticos, ofreciendo alternativas más sostenibles y contribuyendo a la creación de un entorno más respetuoso con el medio ambiente.

## 3– Objetivos

### – Objetivo General

Revalorizar el residuo de la industria del reciclaje, produciendo un material con buenas propiedades, tanto físicas como químicas, a través del diseño. Con el objetivo de crear productos con una menor huella de carbono, que aporte en la disminución de la emisión de gases nocivos y tenga un ciclo de vida más largo.

### – Objetivo Específicos

OE1	OE2	OE3	OE4	OE5
Comprender el problema existente en la industria del reciclaje.	Comprender el material a través de la experimentación técnica, junto a un laboratorio especializado.	Trasladar los datos cuantitativos, obtenidos en el laboratorio, a una dimensión cualitativa, incorporando las dimensiones sensoriales.	Generar significados y experiencias en torno al usuario, a través de la sistematización y la percepción del usuario ante el material.	Crear una aplicación y un concepto que aborde las cualidades material.

### – IOV

IOV	IOV	IOV	IOV	IOV
-Estudio bibliográfico.	-Experimentaciones con el material.	-Tabla caracterizada del material.	-Workshop participativo de usuarios	-Conceptualización del material.
-Composición del material.	-Gráficos comparativos de resultados obtenidos	-Diagrama cualitativo.	-Mapa de emociones del usuario.	Tabala recuperativa etapas anteriores.Esquematzación de la caracterización y los niveles sensoriales percibidos por el usuario.
	-Tablas comparativas con otros materiales		-Mapa del nivel afectivo	
			-Esquematzación de la caracterización y los niveles sensoriales percibidos por el usuario.	

## 4– Contexto

El cambio climático, producido principalmente por la urbanización y el crecimiento de la población, ha provocado problemas en la generación y eliminación de residuos.

El modelo lineal de producción y consumo ha generado muchos residuos que, en la mayoría de las veces, no se vuelven reutilizables o reciclables. De hecho, sólo el 20% de los desechos se recicla cada año (Alves, 2023). La gestión de residuos se ha centrado principalmente en “enviarlos a vertederos para su almacenamiento o a plantas incineradoras.” (Sostenibilidad, 2019) Sin embargo, esta solución es ineficiente y no es sostenible con el tiempo, ya que, este almacenamiento trae serios riesgos para la salud de los seres vivos y problemas para el medio ambiente. Además, no reduce el consumo de materias primas y de energías.

El mundo está superando un límite en uso de recursos naturales y contaminación, particularmente en la producción del plástico, los cuales generan un daño irreparable en el ecosistema. “Cada año, 8 millones de toneladas de plástico acaban en el océano, lo que equivale a vaciar un camión de basura por minuto” (FCh, s.f.) El reciclaje, de este material, sigue siendo mínimo en comparación a la producción

Por otro lado, la producción de plástico genera emisiones de gases de efecto invernadero en cada etapa de su ciclo de vida, sobre todo en la extracción de las materias primas utilizadas.

**“En Chile, se consume aproximadamente 990.000 toneladas de plástico al año, de las cuales se reciclan 83.679 toneladas”, lo que equivale a un 8,5% del total. (FCh,s.f)**

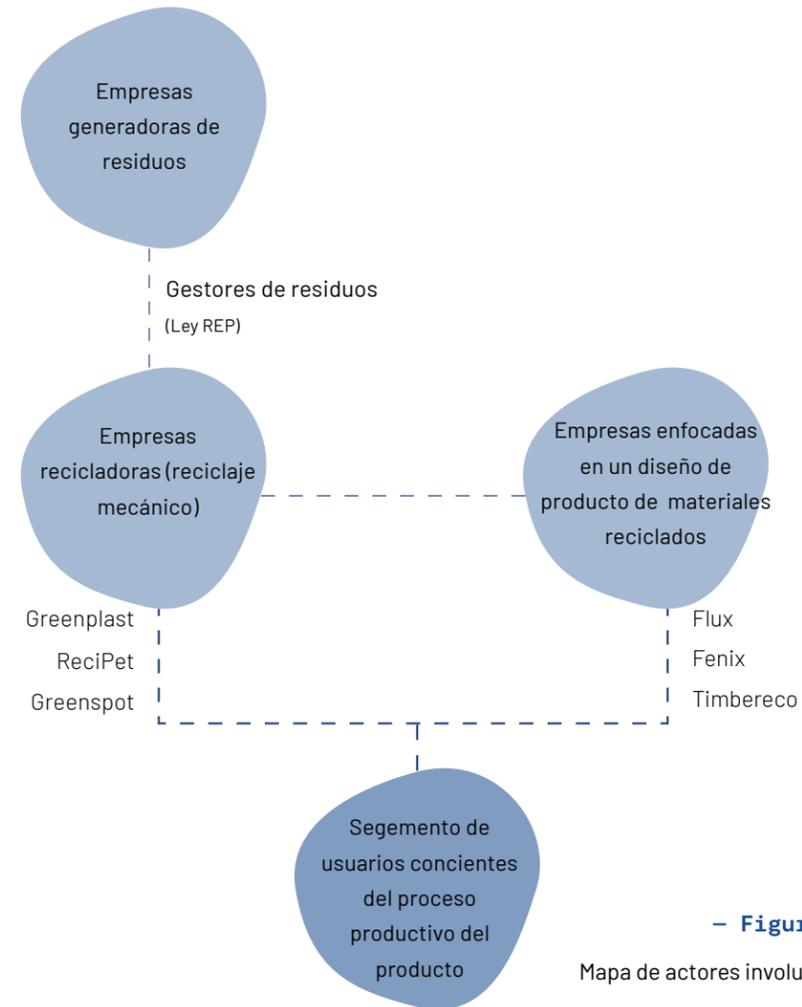
Ante lo anterior, se vuelve necesario buscar alternativas, que se hagan cargo de los residuos generados, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental de los plásticos en el mundo y la emisión de gases producida por la extracción de materias primas finitas como el petróleo.

## 5– Usuario

El usuario al cual va dirigido este proyecto, son los actores relacionados a la gestión de residuos. Consta de todos los involucrados en la cadena de la industria del reciclaje del plástico. Por un lado, tenemos las empresas que reciclan plástico mediante el reciclaje mecánico, a través de flotación del material, es decir, quienes producen el residuo constante y lo eliminan de su proceso por la imposibilidad de reciclarlo convencionalmente (ej: Greenplast). Y, por otro lado, las empresas que se dedican a la fabricación de productos de diseño de exterior, utilizando materiales reciclados.

Ambos actores apuntan a un mismo segmento de personas, aquellos interesados en el diseño de objetos y en el cuidado del medio ambiente. No es un experto en el tema, sino más bien alguien que desea contribuir con la causa. Está informado de la economía circular y no cae en las tendencias masivas que impulsa el consumismo a corto plazo. Le interesa en ciclo de vida extenso del producto, no solo lo estético si no también lo funcional y el proceso productivo de este. Tiene un deseo de transmitir, concientizar y sensibilizar a sus cercanos, generando un impacto positivo en el medio ambiente. Este no tiene restricciones en cuanto a género o edad, es simplemente una persona que se hace responsable de pequeños actos para contribuir con el cuidado medioambiental.

### – Mapa de actores, cadena de residuos plásticos



– Figura 10.

Mapa de actores involucrados.

## 6– Estado del arte

Para enfocar esta investigación, se vio necesario identificar proyectos vinculados a la valorización de los residuos, sin embargo, para identificar un ámbito de innovación, es necesario interrogarlos desde tres perspectivas. Desde su dimensión estética, su dimensión funcional y una comprensión asociada a la extensión del ciclo de vida del residuo.

Además se buscaron proyectos en base a tres conceptos, el primero es el reciclaje poco convencional, esto se refiere a productos hechos a partir de materialidades que están vistos como no reciclables. Algunos de ellos utilizan un reciclaje diferente al normal con el fin de ser más eficientes y más sustentables.

El segundo criterio para seleccionar proyectos fue la en la revalorización, donde el común de estos es la valorización de residuos desde otro punto de vista.

Por último, el conceptual, donde se rescatan proyectos que se destacan por su crítica hacia el plástico. Este último no se interrogó a partir de los conceptos mencionados anteriormente.

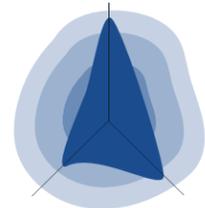
Una vez realizado el levantamiento se pudo concluir que, desde el estudio del estado del arte, se puede ver que existe un mercado emergente, enfocado en las nuevas materialidades a partir de desechos o materia prima sin uso. Tras el diagrama realizado para analizar y evaluar los atributos de los referentes, se puede concluir que ninguno explota las capacidades del residuo inicial. Se crean nuevos productos sin tener en cuenta las propiedades que se podrían destacar. Además, al diseñar enfocado en la materialidad, se centra principalmente en cómo valorizarla, dejando de lado las necesidades del usuario y el nuevo contexto que se va a implementar.

Residuo Heterogéneo

- Totemo



Dimensión estética



Funcionalidad

Ciclo de vida

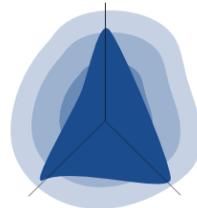
Es un juguete de construcción, que da espacio para la autoexpresión, de los niños, a través del juego y creación de mundos propios. Esta producido por desechos plástico sin separar, de varias fuentes, y todas las piezas son únicas.

**Qué rescato:** Trabaja con un desecho similar al residuo heterogéneo, el cual se trabajó en esta proyecto.

- Glass of mussels



Dimensión estética



Funcionalidad

Ciclo de vida

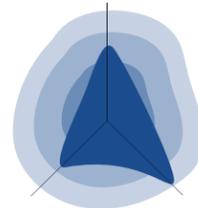
Biovidrio a partir de conchas de mejillones, en combinación con arena local y cenizas de madera desechada. Se piensa que el vidrio ya es un material sostenible, duradero en el tiempo y esta es una alternativa aun mas sostenible, porque se utilizan desecho.

**Qué rescato:** A partir de desechos se crea un nuevo material con un ciclo de vida más largo, que sus desechos anteriores.

- Common Sands



Dimensión estética



Funcionalidad

Ciclo de vida

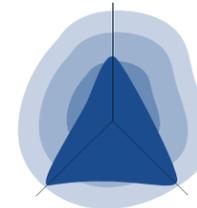
Mosaicos fabricados a partir del residuo del vidrio proveniente de los electrodomésticos. Este desecho era visto como no reciclable, debido a los tratamientos sometidos para ser usados en microondas y hornos, viéndose afectado en sus propiedades de transparencia y consistencia.

**Qué rescato:** Se valorizó un residuo que se consideraba ireciclable. Ya no tiene las características principales del vidrio, sin embargo, crearon productos con una salida mas sustentable y menos dañina .

- Bolt



Dimensión estética



Funcionalidad

Ciclo de vida

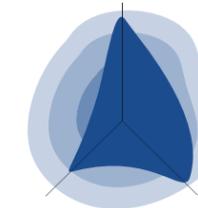
Botellas de plásticos desechadas como dispositivos de flotación el chalecos salvavidas. Con el objetivo de evitar que empresas quemen sus residuos.

**Qué rescato:** Bolt crea una solución de alto valor, de bajo costo, que salva vidas e integra una solución que se hace cargo de problemas ambientales.

- Flux



Dimensión estética



Funcionalidad

Ciclo de vida

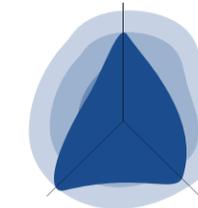
Flux crea revestimientos y productos de alto valor estético y funcional. Esta creado a partir de desechos plásticos de HDPE y PS 100% reciclados. Diseñan paneles de diferentes colores, tamaños y espesores.

**Qué rescato:** busca re-significar y valorizar el plástico post- consumo y post- industrial.

- Polyformer



Dimensión estética



Funcionalidad

Ciclo de vida

Es una máquina, de código abierto, que recicla botellas de plásticos para convertirlas en filamento 3d. Se fabricó con el objetivo de que los fabricantes independientes les resulte más barato y sencillo crear productos a partir de materiales de desechados.

**Qué rescato:** máquina abierta para todo el mundo con el fin de reutilizar desechos en lugar de depender del plástico virgen. Solución más accesible y responsable.

## 5– Estado del arte

– Coat 19



– Plastic will be new gold



– Letizia



Residuo Heterogéneo

## 7– Metodología

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología del material driven desing. Es una metodología que analiza el material, tomándolo como “un ser social y culturalmente aceptado, o aceptable, por lo que el material también debe dar sentido” (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015), es por esto que no solo se ve su lado funcional, sino que también toma en cuenta la apreciación de la persona y la experiencia que se genera en torno al producto final (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015). MDD plantea que cada material necesita una identidad, es decir, “una aplicación significativa que destacaría las cualidades únicas del material”, (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015) con el fin de generar una percepción positiva en el usuario.

Su objetivo final de esta metodología no es obtener resultados concretos, sino más bien, saber sistematizar y comprender el material analizado desde sus funciones físicas y químicas hasta la percepción sensorial. (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015)

Consta de cuatro etapas, durante seminario se comenzó con la etapa N 1, comprender el material. Para la etapa de título se finalizaron el resto de las etapas.

Es un modelo que permite crear piernas artificiales a bajo costo y en poco tiempo gracias a la impresión 3D. Para un contexto de emergencias como guerras, epidemias o terremotos. Actualmente se están produciendo para Ucrania.

**Qué rescato:** Es un proyecto en base de plástico que salva vidas, demostrando el transfundo y la eficiencia del material.

44

Abrigo creado a partir de las mascarillas desechadas después del COVID 19. Haciendo una crítica a la absurda contaminación provocada por la pandemia. El puf modular en forma de iceberg esta hecho con más de 10 000 máscaras.

**Qué rescato:** Se rescata la idea de reutilizar las mascarillas sin un proceso de reciclado y la critica realizada por el autor.

Daniel Suchock crea un concepto “el plástico será oro nuevo” establece que este material se produce y se desecha como si fuera finito. Tiene el objetivo de empezar a valorar y cuidar lo que tenemos hoy en día. Ya que el día de mañana se puede acabar o volverse un material difícil de acceder.

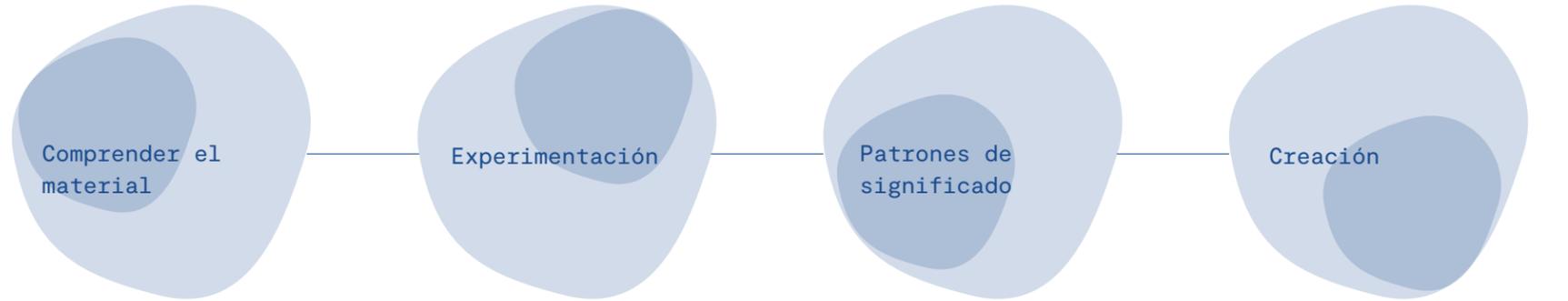
**Qué rescato:** La forma diferente de mandar el mensaje para valorar y repensar la forma de reciclar, reutilizar y valorizar el plástico.

45

# 7- Metodología

Residuo Heterogéneo

FORMULACIÓN



Comprender el material. Tanto en lo experimental como en la revisión de la literatura.

Experimentar con el material, descubrir sus características, propiedades y procesos.

La creación de patrones a partir del usuario. Qué perciben las personas al interactuar con el material.

Creación de una materialidad/ producto junto a un concepto, producto de las etapas anteriores, con el objetivo de integrar el material en el mundo del diseño.

## 46 - Objetivos

<p><b>0.1</b> Comprender el problema existente en la industria del reciclaje.</p>	<p><b>0.2</b> Comprender el material a través de la experimentación técnica, junto a un laboratorio especializado.</p>	<p><b>0.3</b> Trasladar los datos cuantitativos, obtenidos en el laboratorio, a una dimensión cualitativa, incorporando las dimensiones sensoriales.</p>	<p><b>0.4</b> Generar significados y experiencias en torno al usuario, a través de la sistematización y la percepción del usuario ante el material.</p>	<p><b>0.5</b> Crear una aplicación y un concepto que aborde las cualidades material.</p>
---	--	--	---	--

## - IOV

<p>-Estudio bibliográfico.</p> <p>-Composición del material.</p>	<p>-Experimentaciones con el material.</p> <p>-Gráficos comparativos de resultados obtenidos</p> <p>-Tablas comparativas con otros materiales</p>	<p>-Tabla caracterizada del material.</p> <p>-Diagrama cualitativo.</p>	<p>-Workshop participativo de usuarios</p> <p>-Mapa de emociones del usuario.</p> <p>-Mapa del nivel afectivo</p> <p>-Esquematización de la caracterización y los niveles sensoriales percibidos por el usuario.</p>	<p>-Conceptualización del material.</p> <p>-Tabala recuperativa etapas anteriores.Esquemización de la caracterización y los niveles sensoriales percibidos por el usuario.</p>
--	---	---	--	--

## - Figura 11.

Metodología.

03

# DESARROLLO PROYECTUAL

# 1- Comprensión

La comprensión y caracterización del material, va desde la parte técnica hasta lo experimental. Además de comprender el material a través de lo teórico, se aconseja que se debe “jugar” con el material y comprenderlo en su totalidad logrando obtener “información sobre lo que ofrece el material” (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015) así mismo, a generar conocimientos sobre “posibles áreas de aplicación, experiencias de materiales emergentes y otros problemas emergentes dentro del dominio del diseño” (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015).

Para determinar su composición se realizaron las primeras experimentaciones, donde se dividió el material en diferentes densidades para ver su reacción. Se introdujo en agua, en alcohol y por último, en agua salinizada, ya que este componente eleva la densidad. Los resultados de esta experimentación dieron que la mezcla de residuo heterogéneo estaba compuesta aproximadamente de:



– Figura 12.

Decantación del material

Residuo Heterogéneo

## Composición del residuo heterogéneo



– Figura 13.

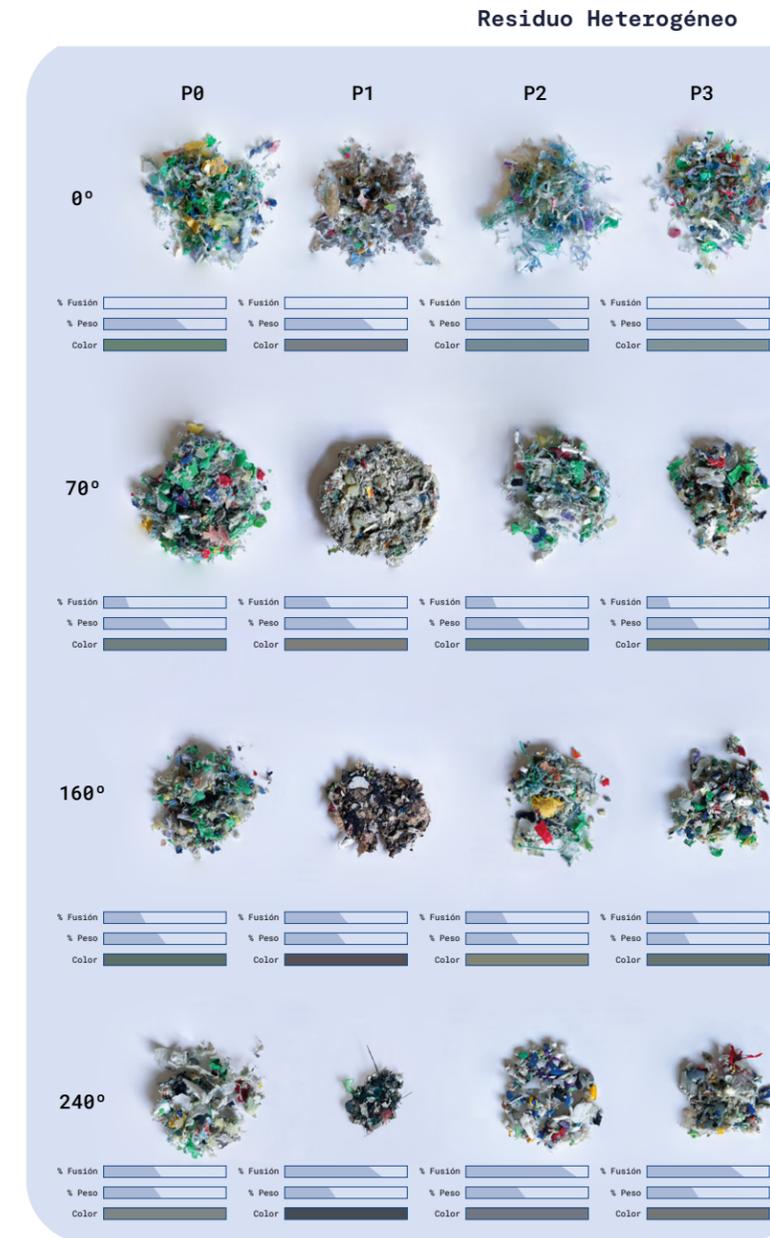
Composición del residuo

Durante seminario se trabajó especialmente en esta etapa, comprendiendo de donde proviene el residuo heterogéneo, analizando sus propiedades y manipulando este desecho. Se elaboró un levantamiento de información bibliográfico, donde se pudo comprender el material y cómo trabajarlo. Basando este estudio en la economía circular mediante el ecodiseño. Además, se trabajó en conjunto de expertos en plásticos e innovación para crear una actividad de experimentación con el material. Dentro de ésta, el residuo fue quemado, pesado y dividido a través de diferentes componentes, evaluando la densidad, la capacidad de triturado y pulverizado. Gracias a las entrevistas con los expertos de precious plastic, se pudo realizar un análisis sistematizado para llevar a cabo la etapa de comprender y experimentar con el material.

## Conclusiones

Al finalizar esta etapa ya se tenía un conocimiento base sobre el material. Se sabía su composición y algunas conclusiones sobre la temperatura de fusión. También se logró visibilizar el problema y las dificultades existentes en el mundo del reciclaje.

Durante la primera etapa de este proyecto se tenía la idea de homogenizar el residuo para luego integrarlo en las viviendas sociales, abordando así la pobreza energética. No obstante, con las correcciones de la etapa de seminario y el transcurso de la segunda etapa se comprendió que se estaba abordando mucho, que la categorización de un material es un proceso largo y muy detallado. Por lo que se dejó de lado esta idea y se siguió la metodología para obtener buenos resultados con un enfoque en el material.



– **Figura 14.** Tabla de resultados obtenidos. Criterios: % de fusión, peso y color

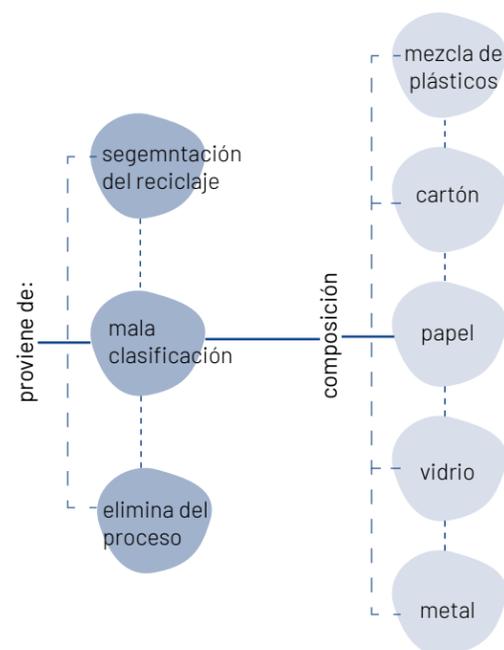
### – Proceso experimental con el residuo

Para entender más sobre la composición de los plásticos que comprometen la mezcla. Se dividió el material, por segunda vez dejándolo decantar por 5 días. De esta etapa se obtuvieron 4 grupos de plásticos distintos: los de flotación máxima (P1), los de flotación intermedia (P2), los de flotación nula (P3) y por último también se trabajó con la muestra primaria (P0), es decir, sin separar. Estas se introdujeron a diferentes temperaturas para analizar su comportamiento y distinguir que tipos de plásticos se encuentran dentro de la mezcla. Gracias a entrevistas con expertos de Precious Plastic del laboratorio de sinestesia, se establecieron 4 criterios de evaluación para las siguientes muestras.

Estos fueron: color, aristas, % de fusión y peso.

A través de esta actividad se pudo obtener la siguiente tabla de registro que permitió trabajar, conocer y experimentar con el residuo

## Conclusiones y cruce



– Figura 15.

Cruce de información

## 2– Experimentación

En primer lugar, experimentar con el material, tiene como objetivo expresar “como un diseñador visualiza el papel de un material en la creación/contribución a la superioridad funcional (rendimiento)” (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015). Desde lo anterior, en esta etapa, se espera que el diseñador “especule y reflexione sobre la caracterización general del material” (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015) comprendiendo y evaluando el comportamiento del residuo heterogéneo. Entendiendo esto se puso en acción el plan de conseguir un laboratorio para realizar las experimentaciones correspondientes, que nos permitieron entender el material, evaluarlo a través de diferentes pruebas mecánicas y físicas, crear un método para revalorizar el material y evaluar las opciones de uso que se le puede dar según su funcionamiento.

Conseguir un laboratorio no fue fácil y muchas puertas se me cerraron al ver que mi residuo estaba compuesto por diferentes materiales. A mediados de marzo conseguí un laboratorio estudiantil, el Laboratorio de Ingeniería de Polímeros de la Universidad de Chile, dentro de la facultad de ciencia físicas y matemáticas. Este está enfocado en realizar “investigaciones en diversas áreas relacionadas con la síntesis, preparación y caracterización de nuevos materiales poliméricos” (fcfm,2020)

Se contacto a través del profesor encargado del laboratorio Humberto Palza, doctor e ingeniero civil en biotecnología y química, quien guió mis procesos de

experimentación dentro del laboratorio.

Para esta etapa se realizaron diferentes muestras, con distintas aplicaciones para lograr sacar el mayor provecho al material. Esto se divide en tres partes:

En primer lugar, se trabajó la muestra sin ningún procesamiento previo, se le llama Residuo heterogéneo no procesado, donde se trabajaron las muestras 01, 02 y 03.

En segundo lugar, se trabajó el material con un proceso previo, pero sin agregarle nada, es decir el residuo heterogéneo puro. A este se le hizo algunas modificaciones y se hicieron las muestras 04, 05, 06 y 07.

En último lugar, se trabajó el material con un proceso previo y agregándole un % de plástico homogéneo, para comprobar si la resistencia aumentaba o disminuía.

A continuación, se explicará el procedimiento aplicado para cada una de estas partes.

	componentes	procesos
A	residuo heterogéneo	sin proceso previo
B	residuo heterogéneo	con proceso previo
C	residuo heterogéneo + PP	con proceso previo

# A. Residuo heterogéneo - no procesado

## - Preparación de las muestras

### Muestra 01

Para realizar la primera muestra se introdujo el residuo heterogéneo sin ningún procesamiento previo. Esto quiere decir que no se alteró el tamaño de la mezcla ni se separó. El primer paso consistió en calcular la cantidad de material que se utilizó.

### Muestra 02

Para realizar la segunda muestra se introdujo el residuo heterogéneo, igual que en el anterior, sin ningún procesamiento previo. El primer paso consistió en calcular la cantidad acorde a las probetas, el material que se iba a usar, tomando en cuenta los resultados de las anteriores. También Se tuvo en consideración diferentes factores que podrían afectar a la muestra, como la quema del material y la humedad.

### Muestra 03

Para realizar la tercera muestra se introdujo el residuo heterogéneo, sin embargo, esta vez se trituro la mezcla dejándola toda en un tamaño similar. El primer paso consistió en calcular la cantidad acorde a las probetas, para que no sobre ni falte material. Tomando en cuenta todos los factores previos, para que la muestra quede lo mas homogénea posible.

### Datos 01

- Residuo incorporado: 18 gr.
- Dimensiones placa: 115 x 100 mm.
- Espesor: 1mm

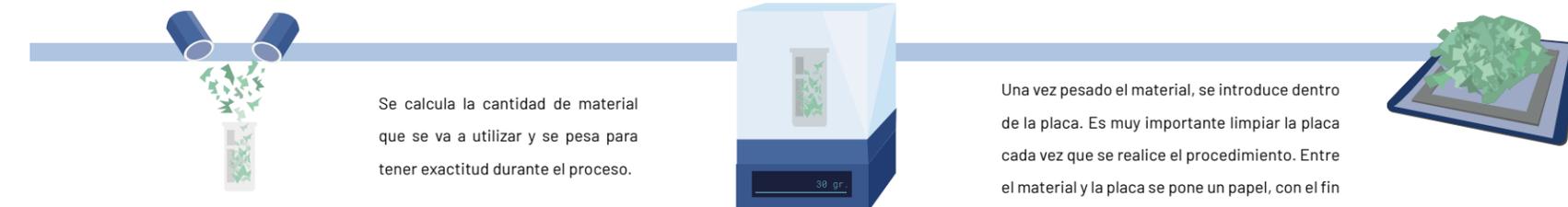
### Datos 02

- Residuo incorporado: 30 gr.
- Dimensiones placa: 120 x 110 mm.
- Espesor: 1,5mm

### Datos 03

- Residuo incorporado: 42 gr.
- Dimensiones placa: 80x150 mm
- Espesor: 3mm

Pesa de hasta 1000 gr.



Se calcula la cantidad de material que se va a utilizar y se pesa para tener exactitud durante el proceso.

Una vez pesado el material, se introduce dentro de la placa. Es muy importante limpiar la placa cada vez que se realice el procedimiento. Entre el material y la placa se pone un papel, con el fin de que no se pegue a la placa.

## - Fase prensado

Esta etapa, se realizó para las muestras 01, 02 y 03 de la misma forma. La fase de compresión consiste en meter la probeta con la muestra en un dispositivo utilizado para aplicar calor y presión al mismo tiempo. Una prensa de calor consta de una estructura sólida, hecha de metal, que tiene una plataforma superior fija y una plataforma inferior móvil, las que se transfieren el calor al estar en contacto. Esta prensa, contiene un panel para controlar la temperatura, para así regular el tiempo y los grados que se expone la muestra. Para cada muestra se aplicó una temperatura y un tiempo similar correspondiente al tamaño de la muestra.

### Datos 01

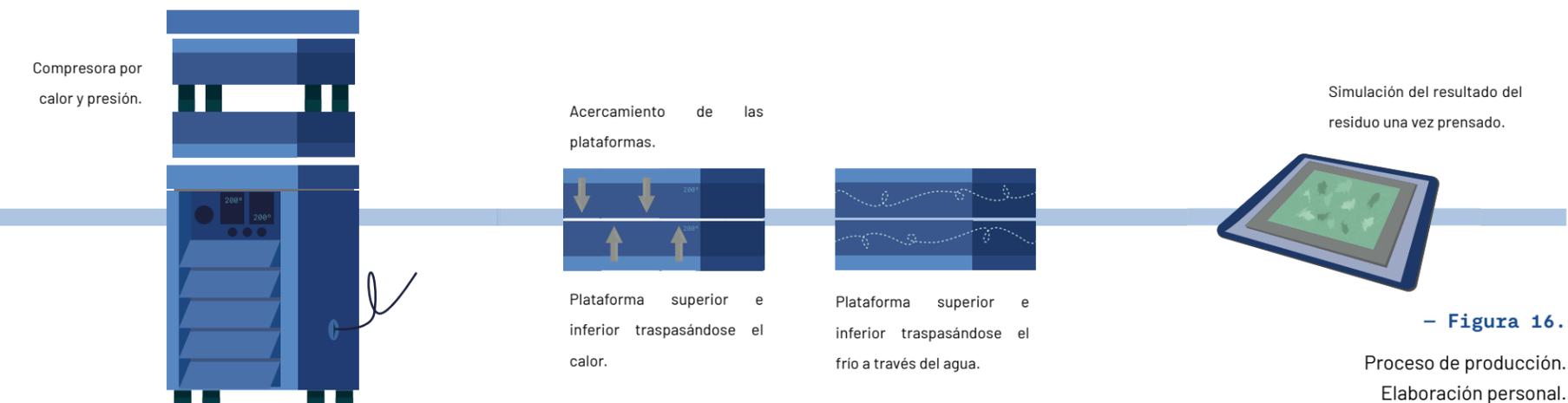
- Temperatura: 180°
- Tiempo: 7 minutos a 200° 3 minutos a 70°

### Datos 02

- Temperatura: 215°
- Tiempo: 7 minutos a 215° 5 minutos a 70°

### Datos 03

- Temperatura: 200°
- Tiempo: 7 minutos a 200° 5 minutos a 70°



Compresora por calor y presión.

Acercamiento de las plataformas.

Plataforma superior e inferior traspasándose el calor.

Plataforma superior e inferior traspasándose el frío a través del agua.

Simulación del resultado del residuo una vez prensado.

- Figura 16.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

01

Residuo Heterogéneo

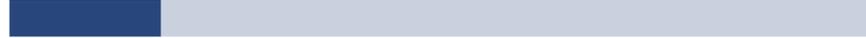
- Figura 17.

Muestra 01, Residuo heterogéneo no procesado.

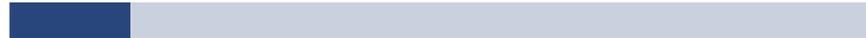


- Resultados Prensado Muestra 01

Homogeneización



% de fundición



Proporción de fragilidad



Al ver el resultado de las muestras se ve un placa frágil y con muchas transparencias. Esto se debe a que la temperatura aplicada fue muy baja y el tiempo no alcanzó a fundir el material. Se notan muchas burbujas y una textura rugosa. Se presencia una falta de material para completar la placa, sin embargo no se quemó gran % del material, ni el cartón o el papel.

02

Experimentación

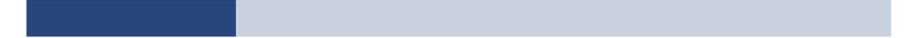
- Figura 18.

Muestra 02, Residuo heterogéneo no procesado.

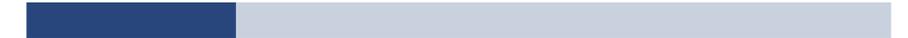


- Resultados Prensado Muestra 02

Homogeneización



% de fundición



Proporción de fragilidad



Nuevamente se ve una placa frágil, sin embargo, menos que la anterior. Por lo tanto, se concluye que mientras mas espeso y compacto, la placa sale mas firme. Se debió aplicar mas material para que quede completa. El nivel de fundición aumentó, sin embargo se ven sectores mas quemados que la anterior. Aún sigue faltando material.

# 03

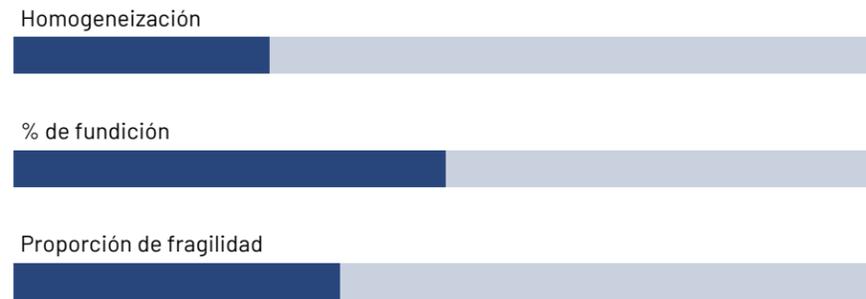


## Residuo Heterogéneo

- Figura 19.

Muestra 03, Residuo heterogéneo no procesado.

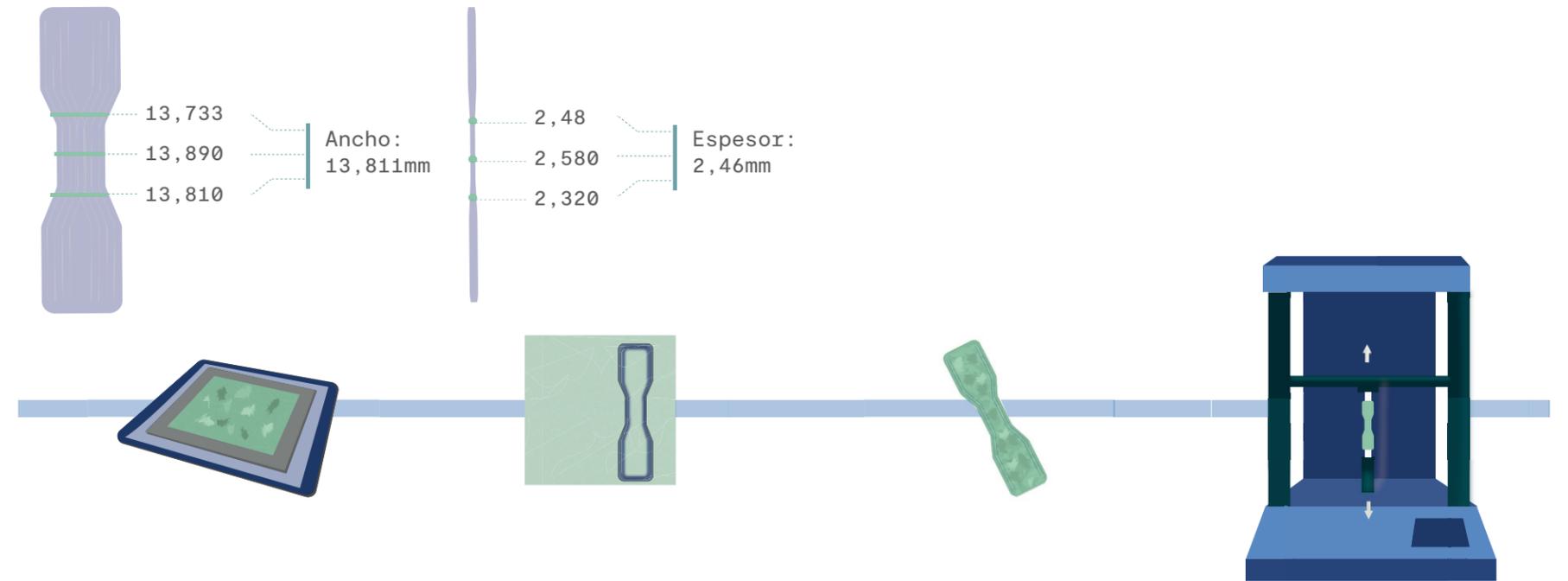
### - Resultados Prensado Muestra 03



Esta placa se ve el material mas homogéneo, a pesar de la presencia de los diferentes colores. Al ver el resultado de la muestra se ve una placa mas rígida, que las anteriores, sin embargo, se siente posible de quebrar. Por lo tanto, se concluye que mientras mas espeso y compacto, la placa sale mas firme.

### - Ensayo tracción

Un ensayo de tracción, es una prueba mecánica que determina las propiedades de resistencia y deformación de un material bajo cargas de tracción. Para realizar este ensayo se debe seleccionar una muestra, luego se le saca el promedio de la dimensión de la muestra. Se introduce en la máquina, que consta de dos puntos de apoyo seleccionado a una distancia correspondiente al tamaño de la muestra. Se configura el equipo y se aplica una carga gradual y continua en el centro de la muestra, entre los puntos de apoyo. Esto se logra mediante un cabezal de carga que ejerce una fuerza hacia arriba en la muestra. La carga se aplica de manera controlada y constante, generalmente a una velocidad especificada.

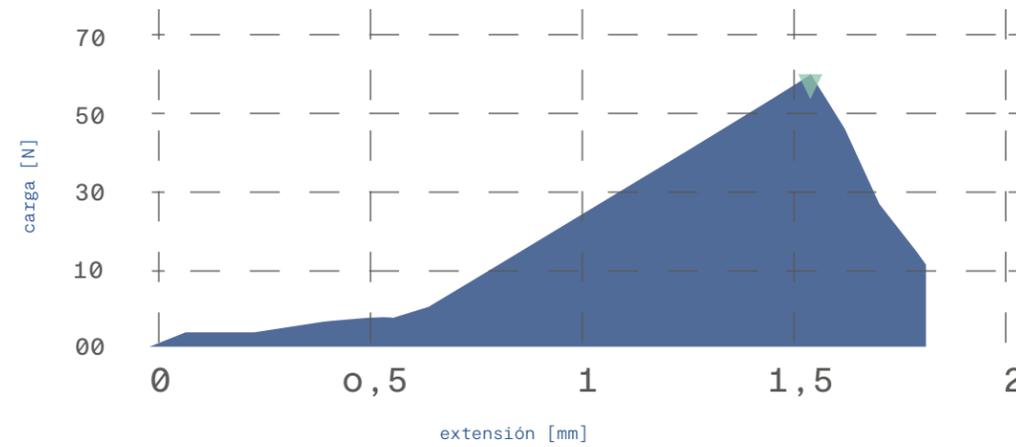


## Experimentación

- Figura 20.

Proceso de producción. Elaboración personal.

## - Resultados ensayos de tracción



- Figura 21.

Ensayo de tracción 01.

	Módulo de Young (MPa)	Carga de rotura (N)
Prueba 01	58,60 MPa	25,667 (N)
Prueba 02	64,534 MPa	21,4587 (N)
Media	61,567 MPa	23,56285 (N)

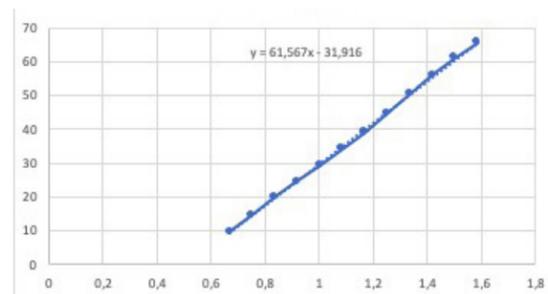
## Residuo Heterogéneo

Este ensayo también se realizó dos veces para sacar la media de los resultados obtenidos.

Como se mencionó anteriormente este ensayo muestra las propiedades de resistencia y deformación de un material bajo carga de tracción. Entrega los resultados obtenidos en una tabla bajo 8 criterios. Estos son: Extensión (mm), Carga (N), Esfuerzo de tracción (MPa), Tiempo (s), Extensión de tracción (mm) y Deformación por tracción (mm/mm), estos están correlacionados entre sí.

Además de esto, entrega un gráfico donde se ven estos datos relacionados. Para sacar el Módulo de Young (la propiedad mecánica de los materiales que describe su rigidez o resistencia a la deformación elástica bajo una carga o tensión), se debe tomar en cuenta solo la pendiente en aumento, tomando en cuenta la columna de Esfuerzo de tracción y la deformación (mm/mm).

Mientras que la carga de rotura se ve gracias al gráfico.



## Experimentación



- Figura 22. Pesa de la muestra inicial.



- Figura 23. Probeta con el residuo.



- Figura 24. Muestra lista para comprimir.



- Figura 25. Prensado del residuo.



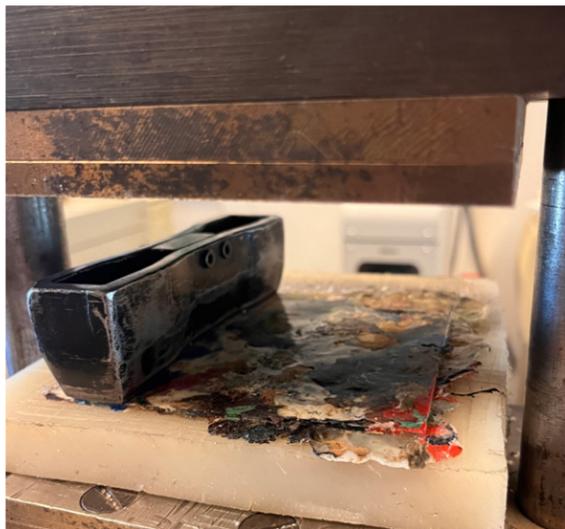
- Figura 26. Resultado del residuo prensado.



- Figura 27. Muestra 01.



– Figura 28. Resultado muestra 02



– Figura 29. Corte de la muestra para el ensayo de tracción



– Figura 30. Probeta ensayo tracción.



– Figura 31. Preparación del ensayo de tracción.



– Figura 32. Resultado ensayo de tracción



– Figura 33. Rotura ensayo de tracción

## Residuo Heterogéneo

# A. Conclusiones

Al finalizar esta etapa, se tenía la idea de trabajar el material sin ningún procedimiento previo. Ya que se sabía que el costo de la separación del material era muy elevado, mucho trabajo y poca viabilidad. (La razón por la cual las empresas de reciclaje lo desechan).

Se tuvo una reunión con Christian Helbig, co fundador del laboratorio Reciklast, empresa enfocada en crear una comunidad de Precious Plastic en Chile. Se le presentó el proyecto y las diferentes placas que se habían realizado. Surgió un interés instantáneo por trabajar en conjunto, se hablaron de muchas aplicaciones que se le podrían dar al material y procesos que se le podrían aplicar. Fue una conversación muy enriquecedora, sin embargo, este laboratorio no estaba de acuerdo con trabajar el material sin procedimientos previos. Me aconsejaron que separe el residuo por sus densidades o por soplado y una vez realizado ese trabajo que me volviera a contactar con ellos.

En este entonces, surgieron diferentes sensaciones de frustración, ya que se veía poco viable la idea de homogeneizar el material y trabajarlo saltándose la etapa de separado.

El trabajo en el laboratorio de la Universidad de Chile permitió sacar diferentes conclusiones para encaminar mi investigación.

La realización de las primeras placas dio un paso significativo para entender que el residuo era muy heterogéneo. Sin embargo, a medida que la placa se hacía más compacta y con un mayor espesor, se iban viendo mejores resultados, muestras más homogéneas y prolijas. A pesar de esto, los ensayos de tracción arrojaron resultados deficientes, con una resistencia muy baja y una rápida fractura en poco tiempo. Por lo tanto, era necesario realizar un procesamiento previo para homogeneizar el residuo y trabajarlo.

Con el fin de evitar la separación de este, se investigó las diferentes máquinas que se tenían en el laboratorio de la Universidad de Chile. En esta se encontró el Brabender, instrumento enfocado en la mezcla y procesamiento de los materiales.

Se hablo con Humberto Palza, coordinador del laboratorio y se tomó la decisión de realizar muestras con esta máquina.

# B. Residuo heterogéneo procesado

Residuo Heterogéneo

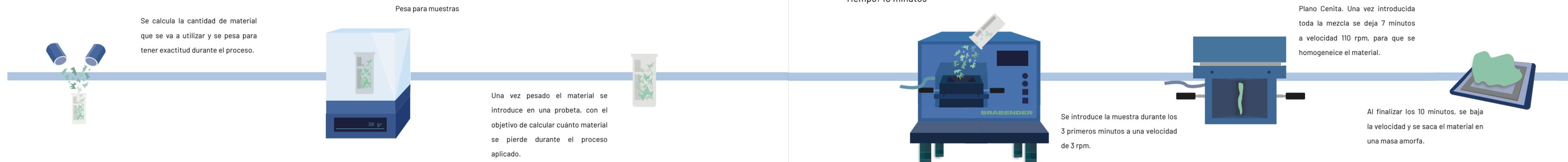
## - Preparación de las muestras

### Muestra 04

Para la cuarta mezcla, se le aplicó un proceso previo para la realización de las placas. El primer paso consistió en calcular la cantidad acorde a las probetas, tomando en cuenta los resultados previos.

### Datos 04

- Residuo incorporado: 40 gr.
- Dimensiones placa: 110 x 110 mm.
- Espesor: 3mm



## - Brabender 04

Es un instrumento de laboratorio utilizado en la industria de polímeros y otros materiales para realizar ensayos de mezclado y procesamiento. Contiene una cámara cerrada y dos muelas que giran simultáneamente, con una velocidad y temperatura programada. Esto puede incluir aspectos como la plastificación, la viscosidad, la estabilidad térmica, la absorción de humedad, la dispersión de aditivos y otros parámetros relevantes. El Brabender permite evaluar la calidad del mezclado de los polímeros y estudiar cómo diferentes factores, como la temperatura, la velocidad de mezclado o la composición de los materiales, afectan las propiedades del polímero.

### Datos 04

- Residuo incorporado: 40 gr.
- Velocidad: 110 rpm (revoluciones por minuto)
- Temperatura: 220°
- Tiempo: 10 minutos

Experimentación

### - Figura 34.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

## – Fase prensado

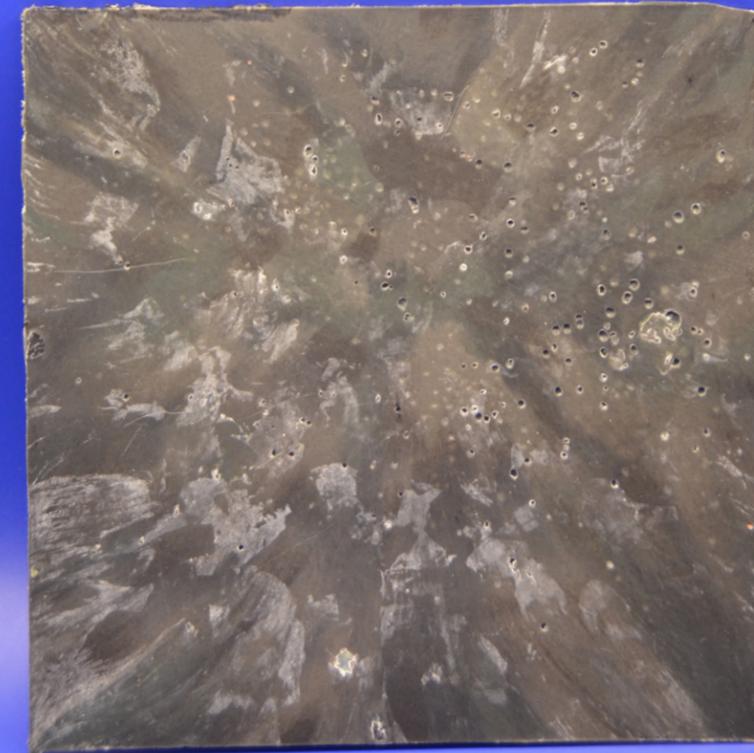
Para darle forma a esta masa amorfa se debe prensar, así se logra una especie de círculo, que luego será cortado en pequeños cuadrados para así convertirlo en placa y sacar las siguientes muestras. Esta primera vuelta fue realizada por Juanito, el jefe de laboratorio, para enseñarme los pasos para después avanzar sola.

## Residuo Heterogéneo

## – Figura 35.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

04



## Experimentación

## – Figura 35.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

## – Resultados Prensado Muestra 04

Homogeneización



% de pérdida



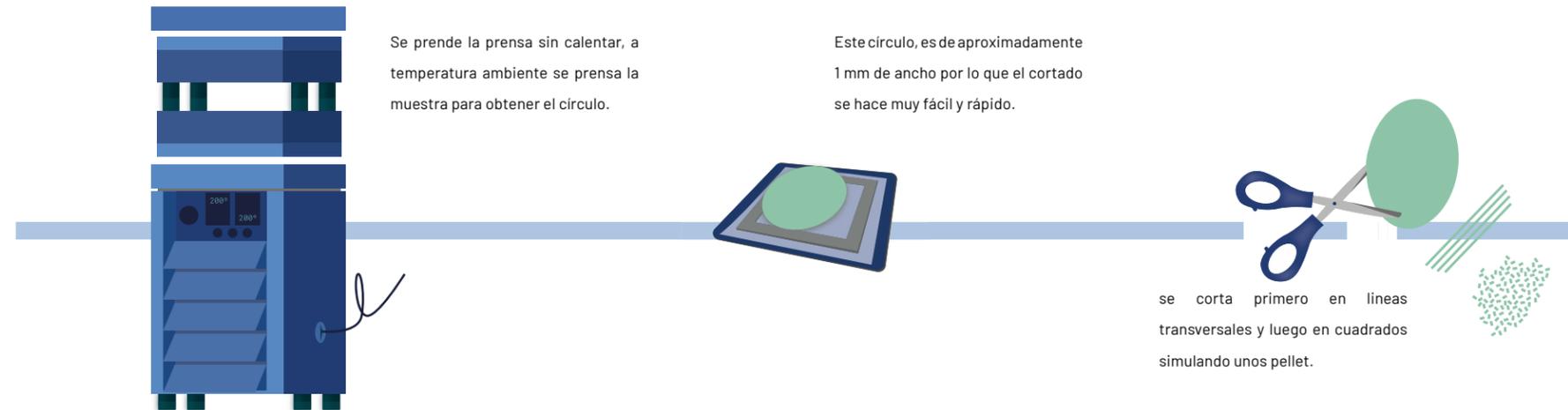
Calidad de la muestra



Burbujas



Esta muestra se evaluó en base a diferentes criterios que las anteriores, ya que la homogeneización aumentó significativamente. Ya no quedan transparencias ni sectores posibles a quebrar. Aparecen otros criterios a evaluar, tales como la flexión, la consistencia, entre otros. A pesar de esto, aparecen otros problemas.



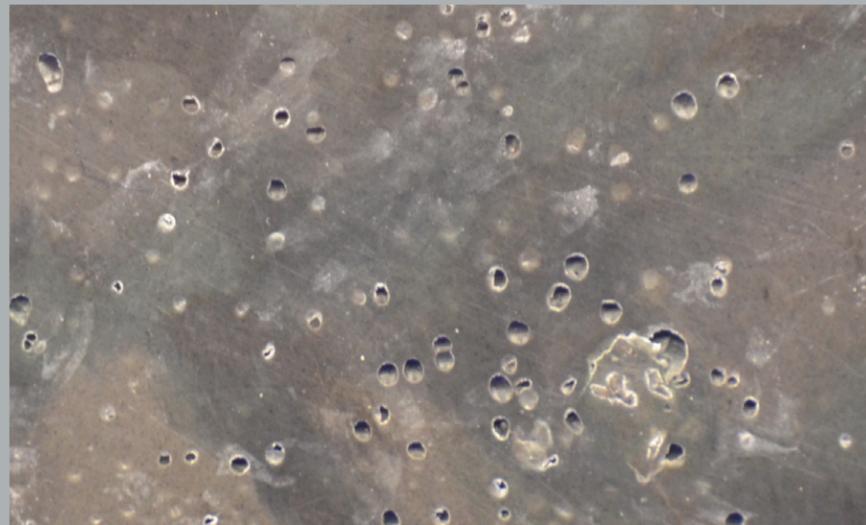
El proceso de brabender permitió homogeneizar la muestra, sin embargo, hubo ciertas fallas. En primer lugar, la muestra estuvo en la maquina durante mucho tiempo y con la temperatura no apta para realizar la muestra. Esto hizo que saliera mucho olor a quemado y que se perdiera gran porcentaje del residuo inicial, el cartón y papel se vieron perjudicados, ya que se quemaron. Otro factor relacionado a esto fue la cantidad de humo que salió, el cual esparció el olor a quemado y con esto las quejas dentro del laboratorio.

Una vez hecha la placa, la apariencia de esta era mucho más homogénea, sin embargo, se presentaron muchas burbujas. El exceso de burbujas es un problema en los materiales ya que provoca un debilitamiento estructural. Estas áreas pueden comprometer la resistencia y la durabilidad del plástico, lo que puede llevar a la deformación, la fractura o la falla del material. Lo que, en un futuro, aplicado a un producto, puede interferir el rendimiento y la funcionalidad de este. Además, se le esperaba realizar un ensayo de tracción, sin embargo, la presencia de esta porosidad con aire afecta la resistencia del impacto, entregando resultados erróneos y de baja calidad.

Por lo tanto, se realizó una reunión con Humberto Plaza, donde se revisaron todos los pasos nuevamente. De esta se levantó una hipótesis: como el material viene de la etapa de lavado de la empresa Greenplast, este viene mojado y la presencia de humedad es la que estaría provocando estas burbujas en las placas.



– Figura 36. Burbujas



– Figura 37. Burbujas

– Secado de la muestra

De este modo se optó por secar la muestra al vacío para ver los resultados de la placa. Además al sacarle la humedad el humo en el Brabender disminuiría. Habría menos pérdida de material y mejores resultados.

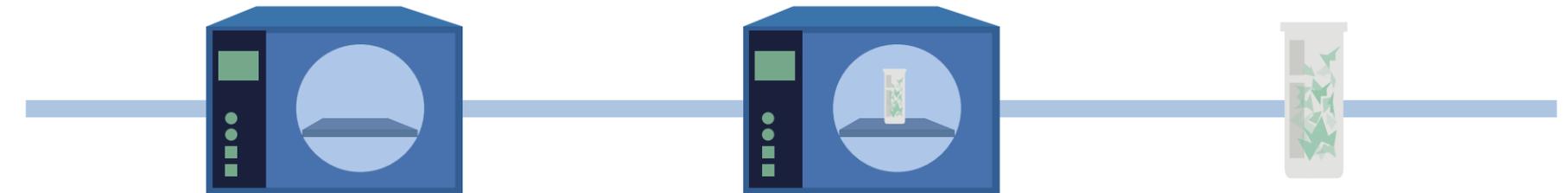
La estufa al vacío sirve para acelerar el proceso, reduciendo la presión par así disminuir el punto de ebullición del agua u otros líquidos presente en la muestra. Lo que permite evaporarse mas rápido.

Datos 04

- Residuo incorporado: 100 gr.
- Temperatura: 150º
- Presión: 25 bar.

Estufa al vacío, se establece la temperatura y la presión. Se mantiene por el tiempo estimado. Si la ventana se empaña, quiere decir que la presencia de líquido es alta.

El nivel de empañado no fue significativo, pero había presencia de agua. Al ver que la muestra disminuyó su peso y aumentó el volumen.



– Figura 38.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

## – Brabender 04

Se volvió a introducir en el braender, un instrumento de laboratorio utilizado en la industria de polímeros para realizar ensayos de mezclado y procesamiento de materiales. Sin embargo, esta vez con el material seco. Como se mencionó anteriormente esta máquina contiene una cámara cerrada y dos muelas que giran simultáneamente, con una velocidad y temperatura programada. Durante este proceso lo realicé sola, con la supervisión de Juanito, quien me corregía y me guiaba para realizar la mezcla de manera correcta.

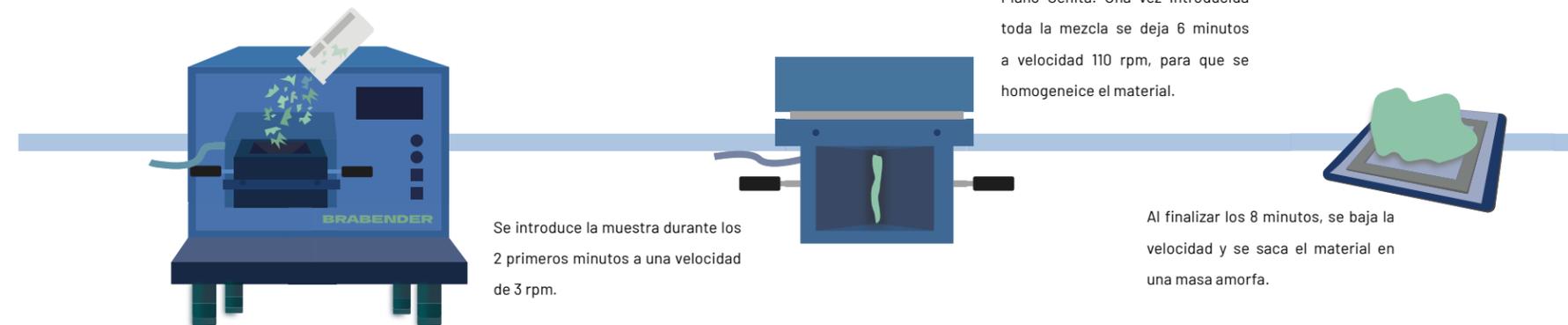
## Datos 04

–Residuo incorporado: 40 gr.

– Velocidad: 110 rpm (revoluciones por minuto)

– Temperatura: 200°

–Tiempo: 8 minutos



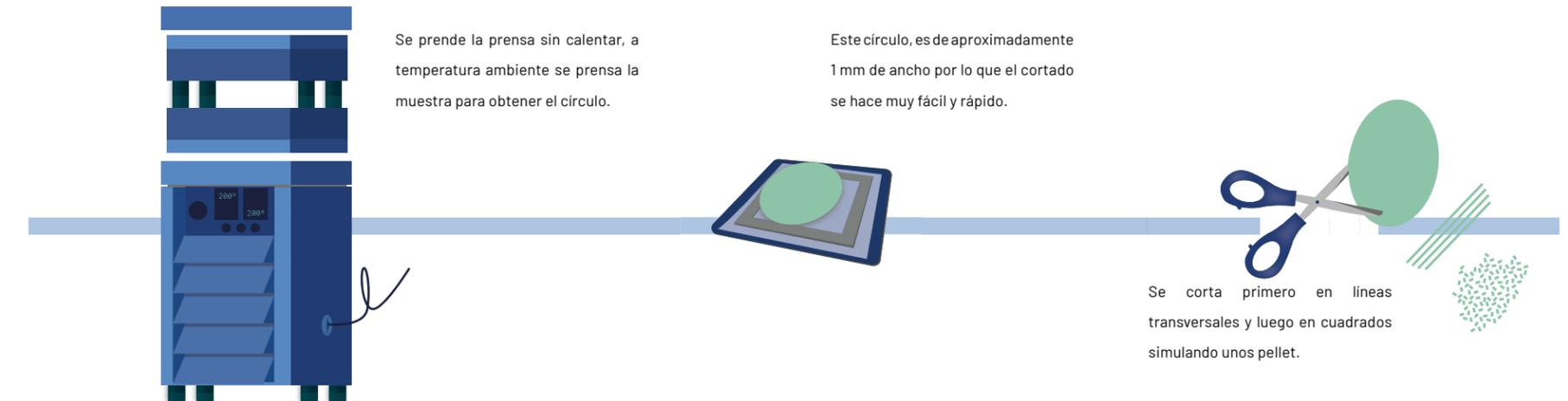
## Residuo Heterogéneo

## – Figura 39.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

## – Fase prensado

Para darle forma a esta masa amorfa se vuelve prensar, así se logra una especie de círculo que luego será cortado en pequeños cuadrados para así convertirlo en placa y sacar las siguientes muestras. La prensa debe estar a temperatura ambiente, no es necesario calentarla ni enfriarla.



## Experimentación

## – Figura 40.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

05

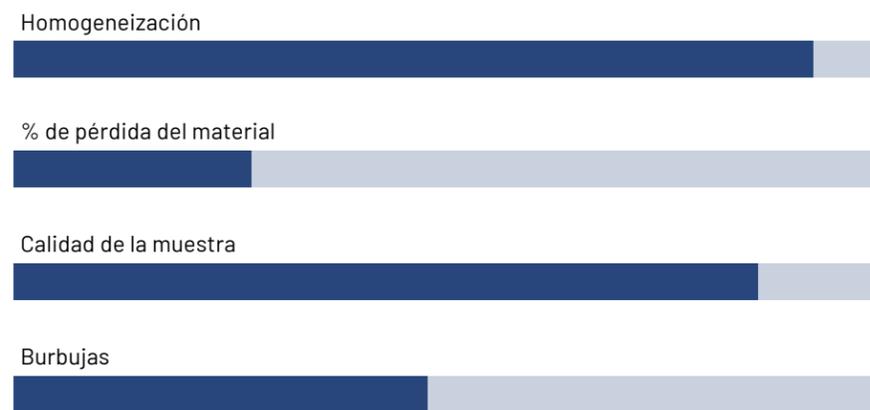


Residuo Heterogéneo

- Figura 41.

Muestra 05. Elaboración personal.

- Resultados Prensado Muestra 05



Esta muestra se evaluó en base con los mismos criterios que las anteriores. Ya no quedan transparencias ni sectores posibles a quebrar. Se ve que la presencia de las burbuja disminuyó. Al igual que la pérdida del material, esto se debe a la disminución de la temperatura y del tiempo en el brabender.

06

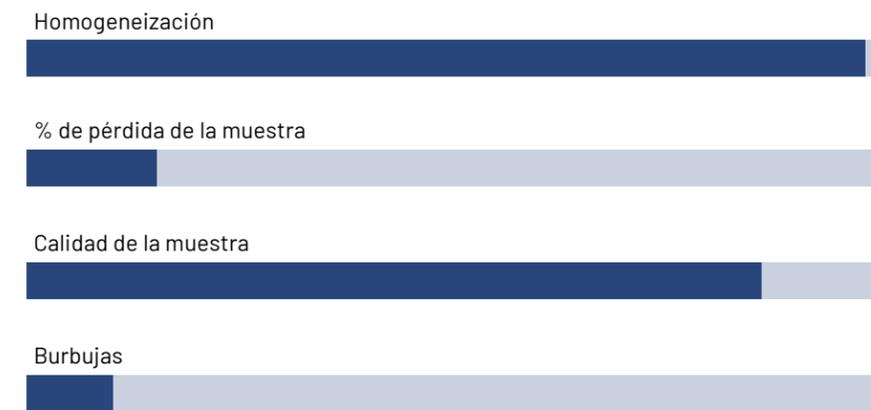


Experimentación

- Figura 42.

Muestra 06. Elaboración personal.

- Resultados Prensado Muestra 06



A medida que aumenta la calidad de la muestra, disminuye el % de pérdida del material y las burbujas de la placa.

07



### Residuo Heterogéneo

- Figura 43.

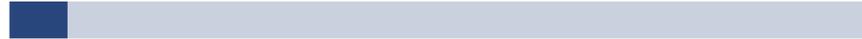
Muestra 07. Elaboración personal.

### - Resultados Prensado Muestra 07

Homogeneización



% de pérdida del material



Calidad de la muestra



Burbujas



Esta muestra tuvo un aumento significativo en la calidad, en la homogeneización y en la disminución de las burbujas y el % de pérdida del material. (la imagen fue tomada después de exponerla a diferentes pruebas que se verán mas adelante)

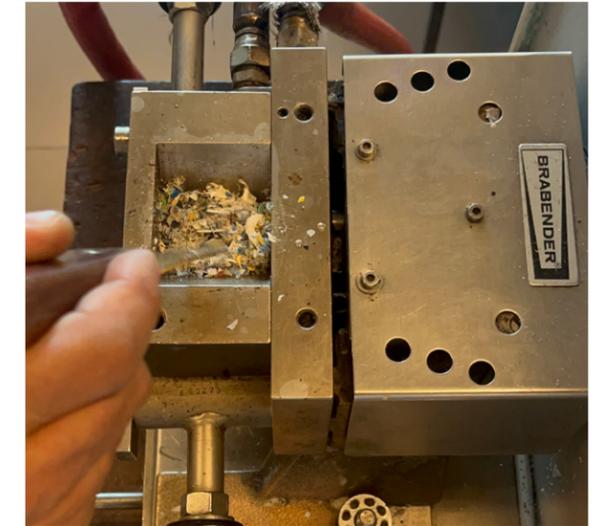
### Experimentación



- Figura 44. Pesado de la muestra



- Figura 45. Secado del residuo dentro de la estufa al vacío.



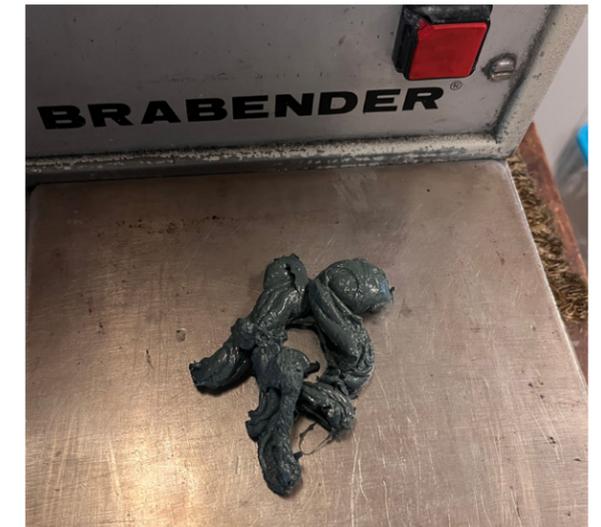
- Figura 46. Primera etapa del brabender.



- Figura 47. Segunda etapa, mezclado del residuo.



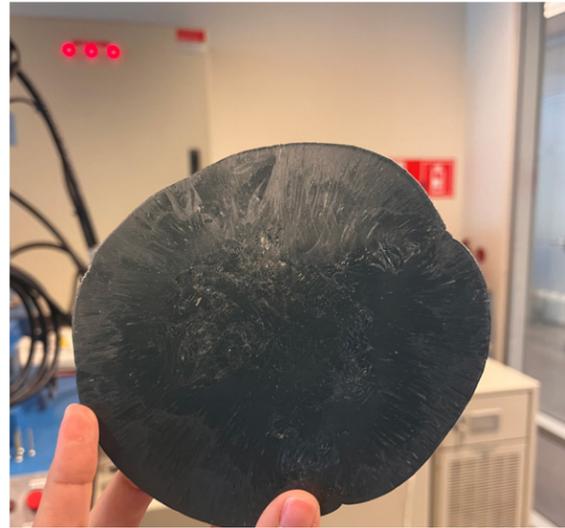
- Figura 48. Sacado de la mezcla del brabender.



- Figura 49. Resultado: masa amorfa.



– **Figura 50.** Masa amorfa prensada.



– **Figura 51.** Masa amorfa prensada y lista para cortar.

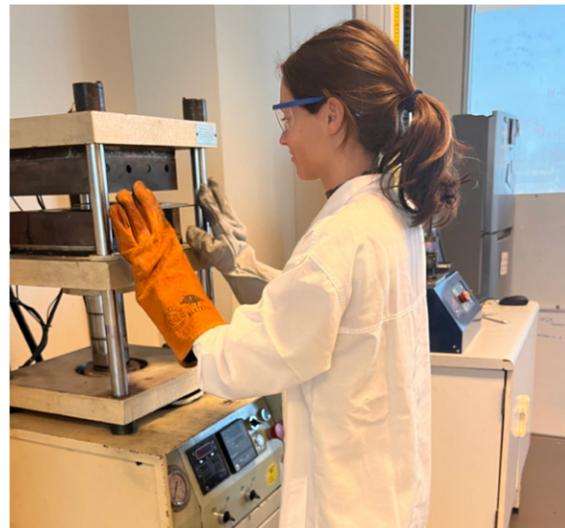
### Residuo Heterogéneo



– **Figura 52.** Proceso de cortado de las muestras.



– **Figura 53.** Pellet del residuo heterogéneo.



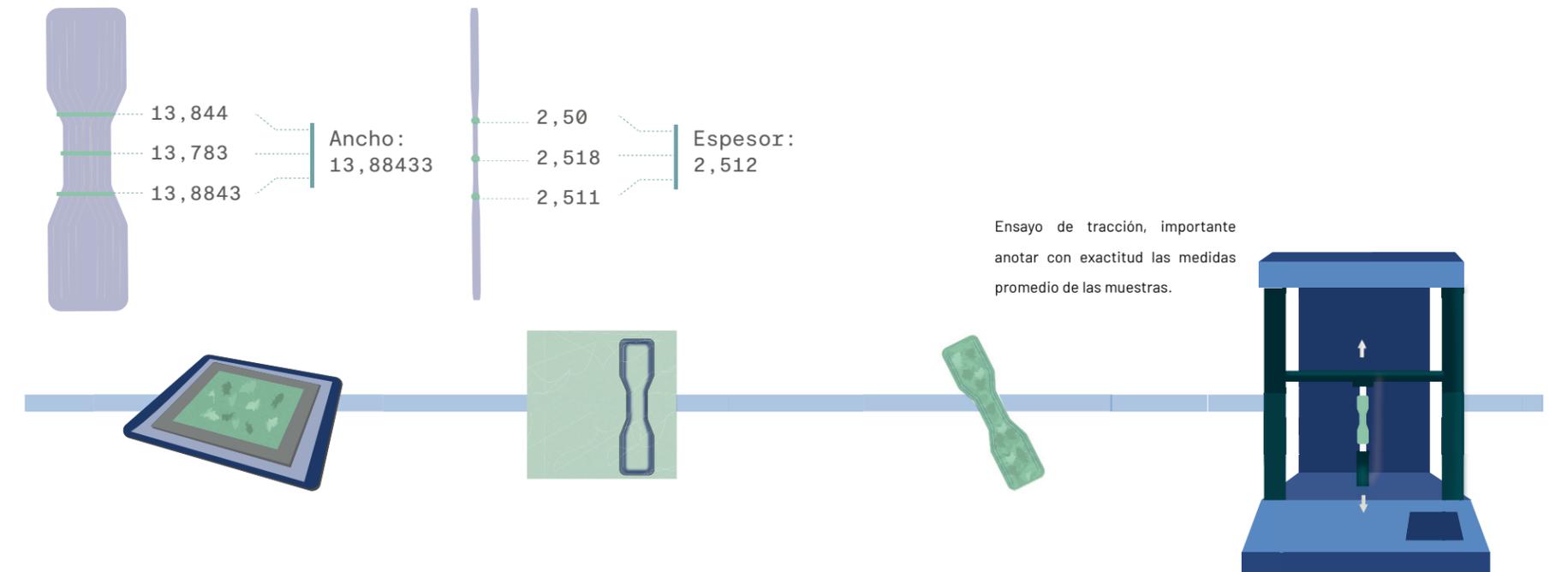
– **Figura 54.** Creación de la placa con los pellet.



– **Figura 55.** Resultado final de la mezcla (placa 07 antes de los ensayos)

### – Ensayo tracción

Un ensayo de tracción, es una prueba mecánica que determina las propiedades de resistencia y deformación de un material bajo cargas de tracción. Para realizar este ensayo se debe seleccionar una muestra, luego se le saca el promedio de la dimensión de la muestra. Se introduce en la máquina, que consta de dos puntos de apoyo seleccionado a una distancia correspondiente al tamaño de la muestra. Se configura el equipo y se aplica una carga gradual y continua en el centro de la muestra, entre los puntos de apoyo. Esto se logra mediante un cabezal de carga que ejerce una fuerza hacia arriba en la muestra. La carga se aplica de manera controlada y constante, generalmente a una velocidad especificada.



### Experimentación

#### – Figura 56.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

Resultados ensayos de tracción

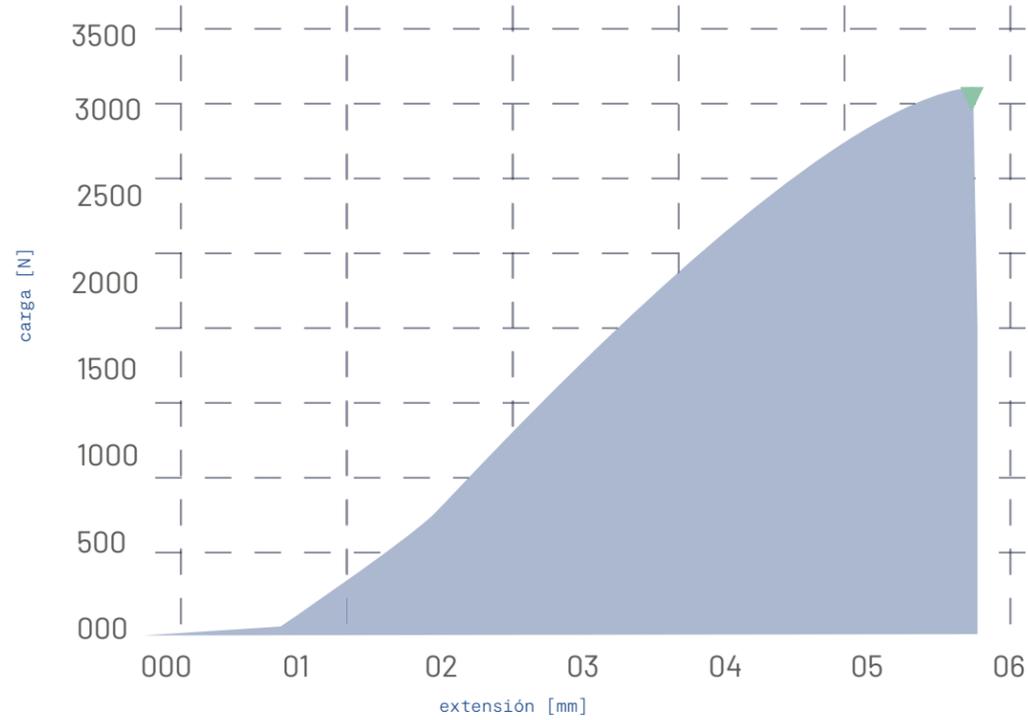


Figura 57. Ensayo de tracción 02

	Módulo de Young (MPa)	Carga de rotura (N/tex)
Prueba 01	2290,87 MPa	3009,321 MPa
Prueba 02	3255,53 MPa	3017,24 MPa
Media	2773,2 MPa	3016,72418 N.

Este ensayo se realizó dos veces y se estimó el promedio de ambos resultados para calcular con mayor precisión.

Como se mencionó anteriormente este ensayo muestra las propiedades de resistencia y deformación de un material bajo carga de tracción. Entrega los resultados obtenidos en una tabla bajo 8 criterios. Estos son: Extensión (mm), Carga (N), Esfuerzo de tracción (MPa), Tiempo (s), Extensión de tracción (mm) y Deformación por tracción (mm/mm), estos están correlacionados entre sí. Además de esto, entrega un gráfico donde se ven estos datos relacionados.

Para sacar el Módulo de Young (la propiedad mecánica de los materiales que describe su rigidez o resistencia a la deformación elástica bajo una carga o tensión), se debe tomar en cuenta solo la pendiente en aumento, tomando en cuenta la columna de Esfuerzo de tracción y la deformación (mm/mm). Para obtener este resultado se introdujo la data en excel, para evitar errores.



FTIR

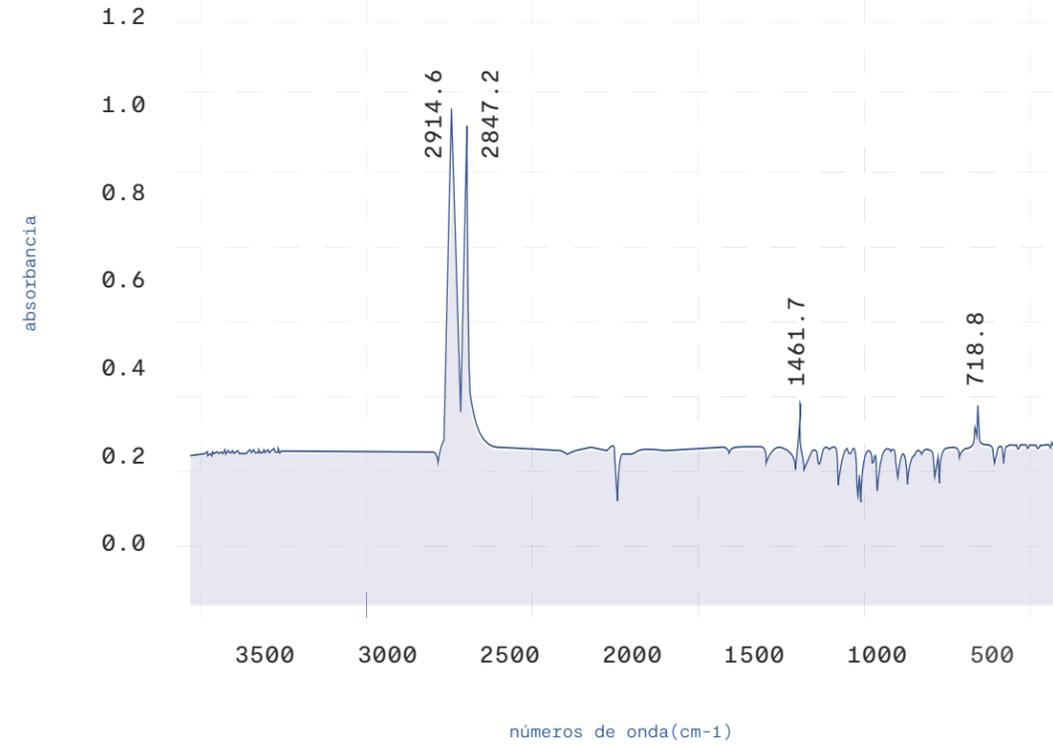


Figura 58. Ensayo FTIR

El ensayo FTIR permite identificar y caracterizar la composición molecular sin dañar las sustancias comprometidas. Este análisis de materiales permite identificar los polímeros presentes, a través de una luz, los componentes orgánicos e inorgánicos, hasta los aditivos químicos.

El equipo nos entrega un gráfico donde los ejes X e Y están dado por la cantidad de absorción y las ondas presentes.

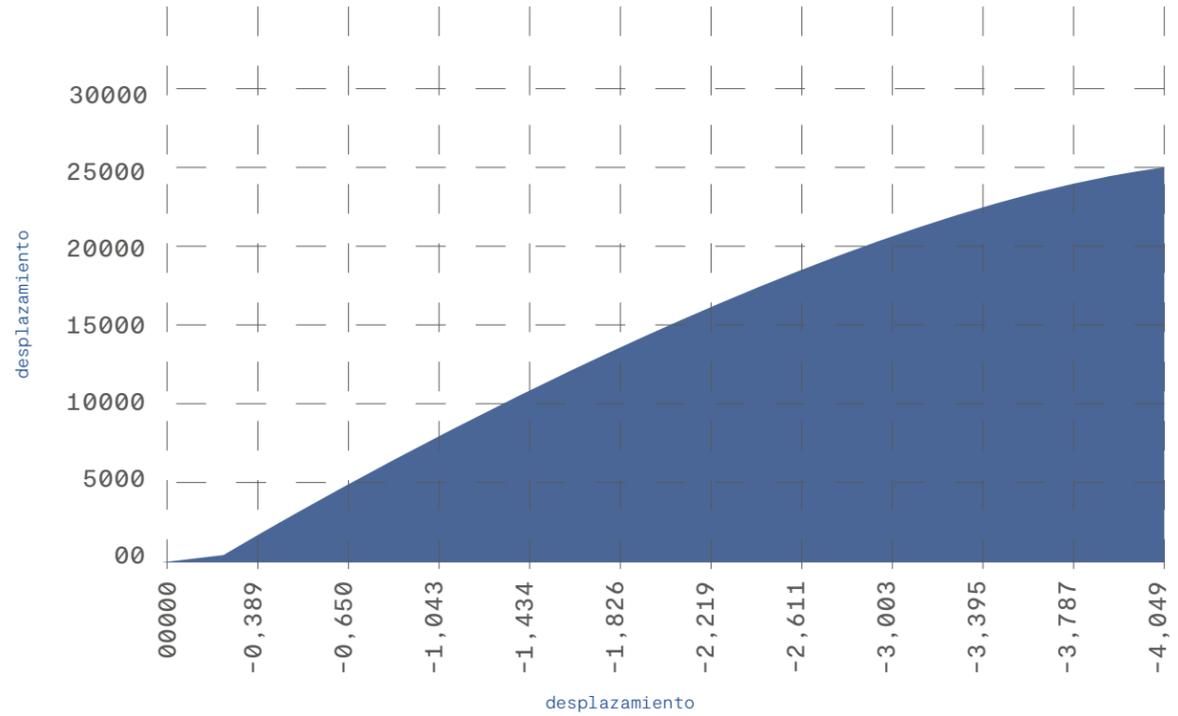
A pesar de que este ensayo fue realizado por terceros, lo más rescatable es:

- Polietileno de baja densidad
- Ácido octadecanoico
- Polietileno bajo oxidado
- Hexatriacontano
- Polietileno alta oxidado
- Polietileno colorado 25% cloro
- N-octadecilpiridinio
- Docosanol

Entre otros.

Lo importante es que se validó la cantidad de polímeros presentes en la mezcla

- Resultados ensayos de flexión



Un ensayo de flexión es una prueba mecánica que se utiliza para evaluar la resistencia y la capacidad de deformación de un material. A través de dos puntos de apoyo se le aplica una fuerza constante en el centro, lo que resulta la deformación o curvatura de la muestra. Esta debe ser medida con precisión e ingresada en el equipo para aplicar la fuerza preestablecida. El equipo entrega el resultado en una tabla con siete criterios.

Estos son: tiempo, carga, alargamiento, estrés, ancho y desplazamiento.

Para sacar el módulo de elasticidad, se debe tener en cuenta la separación de ambos puntos de apoyo (L), el ancho de la muestra (b), el grosor de la muestra (d) y la pendiente (m).

Residuo Heterogéneo

- Figura 59.

Proceso de producción. Elaboración personal.

12.5 Modulus of Elasticity:  
 12.5.1 Tangent Modulus of Elasticity:  

$$E_B = L^3 m / 4bd^3 \quad (6)$$
  
 where:  
 $E_B$  = modulus of elasticity in bending, MPa (psi),  
 $L$  = support span, mm (in.),  
 $b$  = width of beam tested, mm (in.),  
 $d$  = depth of beam tested, mm (in.), and  
 $m$  = slope of the tangent to the initial straight-line portion of the load-deflection curve, N/mm (lbf/in.) of deflection.

L= 50 mm  
 b= 3,125  
 d=2  
 m= 2,66

$E = 30^3 m / 4bd^3$   
 $E = 3325 \text{ MPa}$



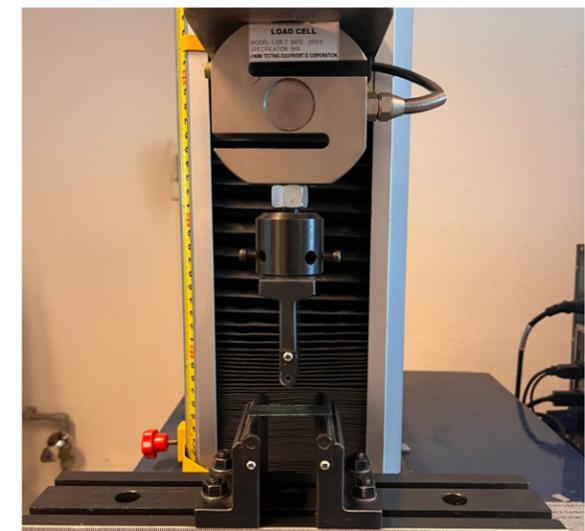
- Figura 60. Pellet del residuo heterogéneo.



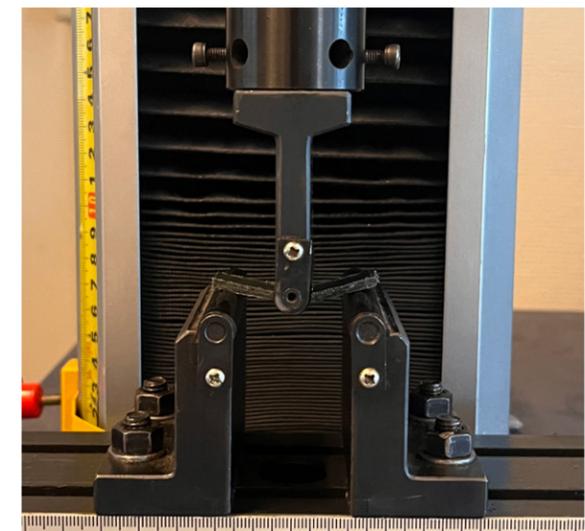
- Figura 61. Prueba de tracción del residuo heterogéneo.



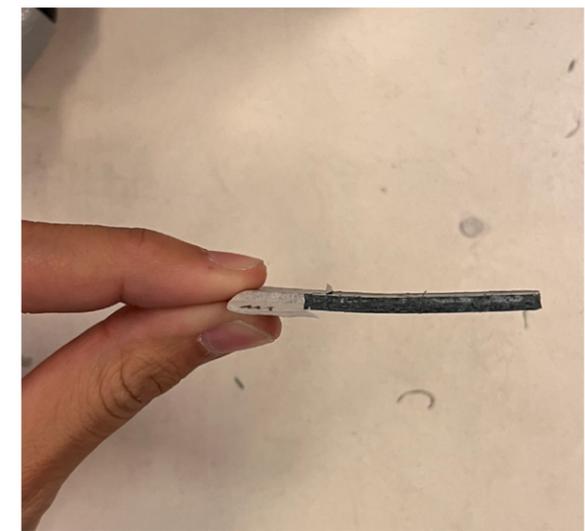
- Figura 62. Muestra quebrada uniformemente, resultado de tracción.



- Figura 63. Preparación del ensayo de flexión.



- Figura 64. Ensayo de flexión.



- Figura 65. Resultado del ensayo de flexión, curvatura media. Buenos indicios.

## B. Conclusiones

Los resultados obtenidos fueron altamente prometedores, en comparación a la etapa anterior. A pesar de los inconvenientes de la humedad y el quemado, se logró obtener muestras homogéneas y resultados, de las pruebas mecánicas, significativos. El ensayo de tracción aumento notoriamente, se le pudo aplicar ensayo de flexión sin que se quiebre y un FTIR. Además, se estableció un tiempo y temperatura de fusión, lo que nos permitiría en un futuro trabar el plástico como pellets reciclados.

Al ver el resultado de esta mezcla se vio esperanzas para seguir la investigación por este camino, aun así, se quería realizar pruebas con una mezcla del residuo heterogéneo más plástico 100% heterogéneo para ver si este aumentaba. En este caso se investigó que tipo de plástico sirve para realizar mezclas y no corrompe el resto del material. Desde lo anterior, se escogió trabajar con plástico PP reciclado.

Además, se tomó en cuenta que el plástico escogido tuviera una temperatura de fusión similar a la determinada y una resistencia aproximadamente cercana a la obtenida por los ensayos realizados.



## C. Residuo heterogéneo + plástico PP

Experimentación

### - Preparación de las muestras

#### Muestra 08

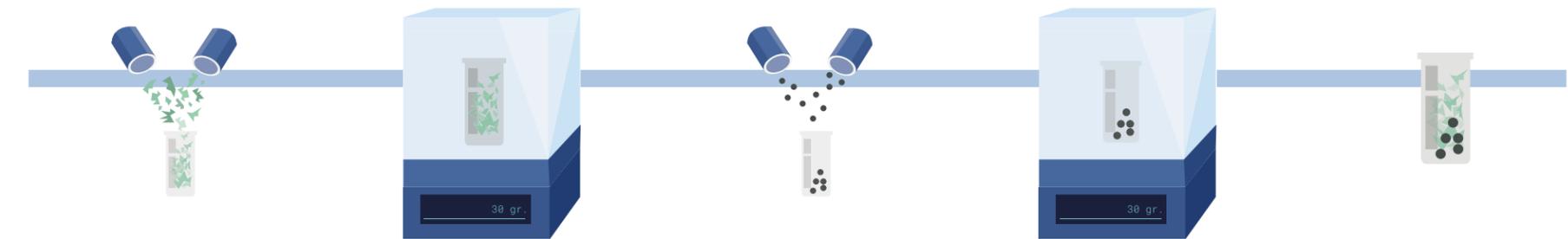
Para la octava mezcla, se le aplicó un proceso previo para la realización de las placas. Sin embargo, esta vez se mezcló el residuo heterogéneo con PP reciclado por Greenplast. Por lo tanto se introdujo una proporción de 60% de residuo heterogéneo y 40% PP. El primer paso consistió en calcular la cantidad acorde a las probetas. (Tomando en cuenta los resultados previos)

#### Datos 08

- Residuo incorporado: 24 gr. de residuo heterogéneo
- 16 gr. de plástico PP
- Dimensiones placa:80 x 150 mm.
- Espesor: 3mm

Se calcula con exactitud la muestra que se va a trabajar, por separado.

Luego se mezclan ambas muestras para introducir las en la siguiente etapa de la misma forma.



### - Figura 66.

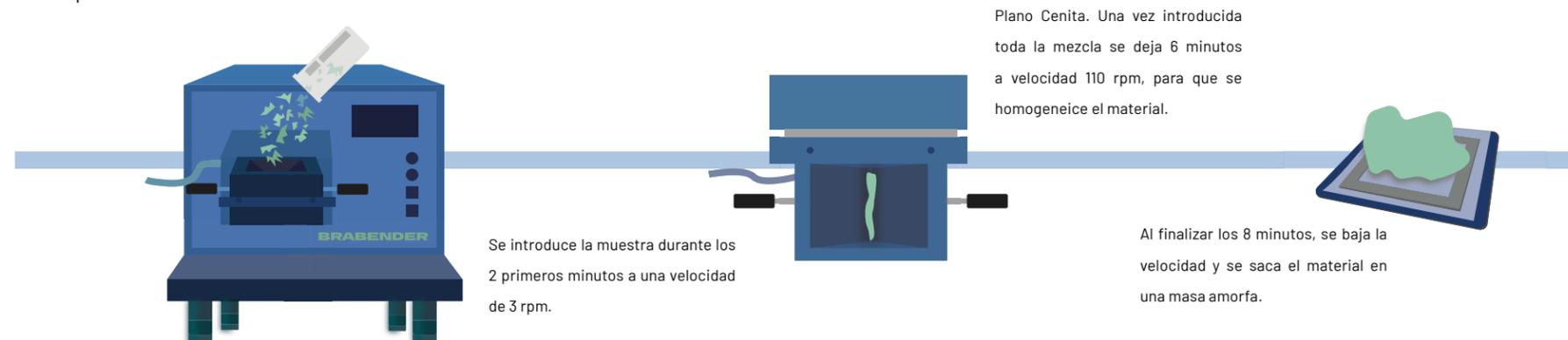
Proceso de producción.  
Elaboración personal.

### – Brabender 08

Es un instrumento de laboratorio utilizado en la industria de polímeros y plásticos para realizar ensayos de mezclado y procesamiento de materiales. Contiene una cámara cerrada y dos muelas que giran simultáneamente, con una velocidad y temperatura programada. Esto puede incluir aspectos como la plastificación, la viscosidad, la estabilidad térmica, la absorción de humedad, la dispersión de aditivos y otros parámetros relevantes. El Brabender permite evaluar la calidad del mezclado de los polímeros y estudiar cómo diferentes factores, como la temperatura, la velocidad de mezclado o la composición de los materiales, afectan las propiedades del polímero.

### Datos 08

- Residuo incorporado: 40 gr.
- Velocidad: 110 rpm (revoluciones por minuto)
- Temperatura: 200°
- Tiempo: 8 minutos



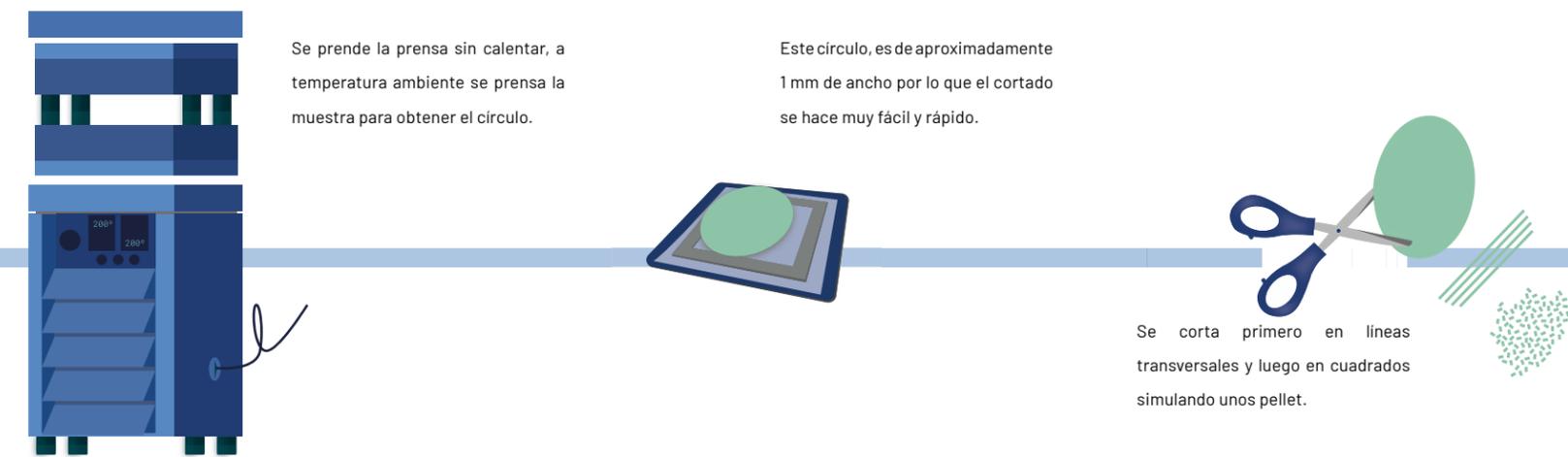
### Residuo Heterogéneo

#### – Figura 67.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

### – Fase prensado

Para darle forma a esta masa amorfa se debe prensar, así se logra una especie de círculo que luego será cortado en pequeños cuadrados para así convertirlo en placa y sacar las siguientes muestras



### Experimentación

#### – Figura 68.

Proceso de producción.  
Elaboración personal.

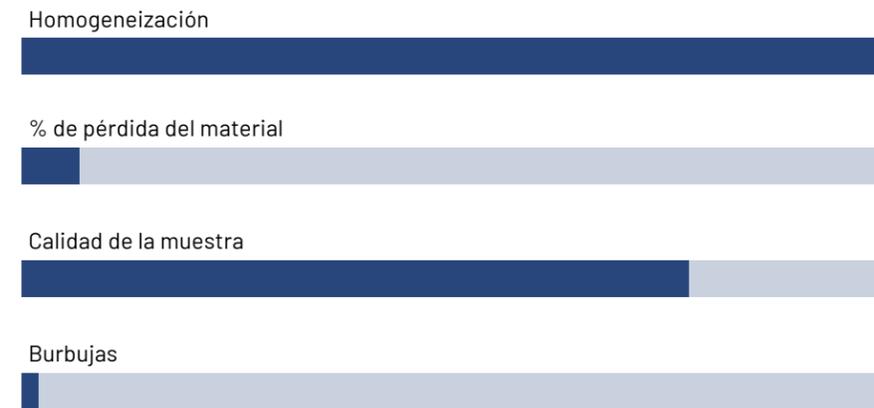


Residuo Heterogéneo

- Figura 69.

Muestra 08. Elaboración personal.

- Resultados Prensado Muestra 08

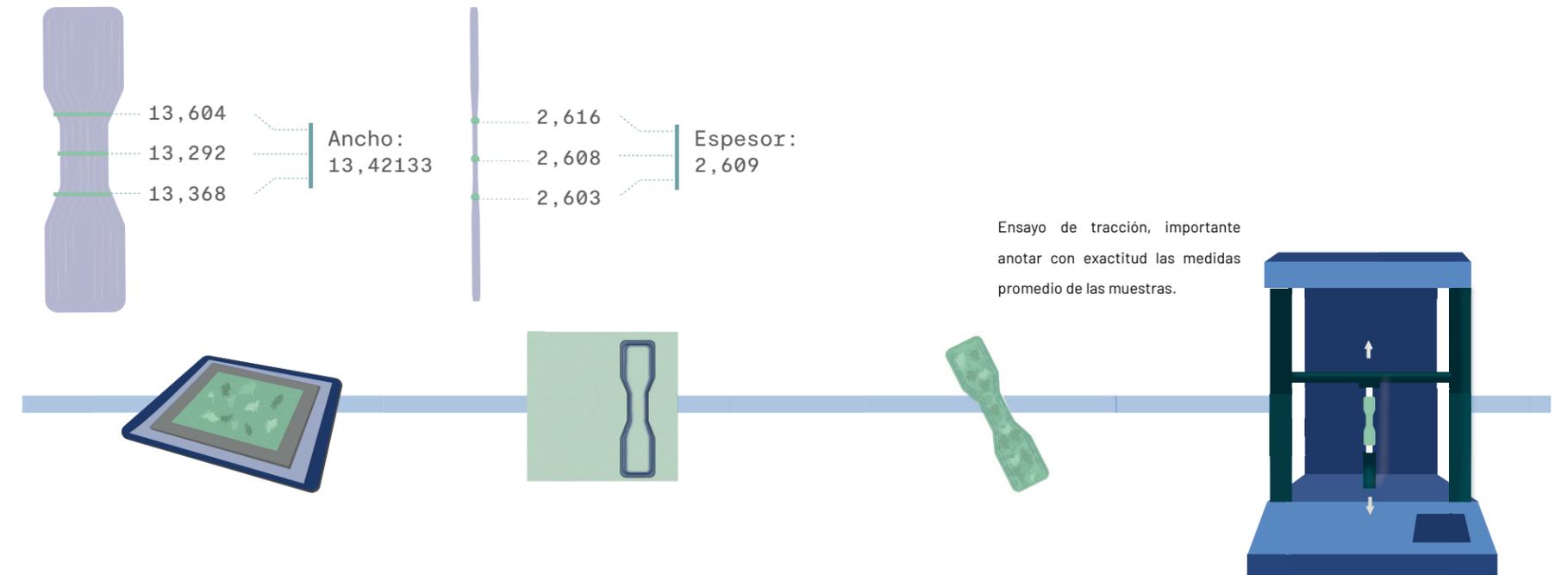


Esta placa se puede ver un resultado homogéneo, consistente y compacto. No hay presencia de burbujas ni de fracturas. A diferencia del resto, se puede ver un resultado más oscuro, esto se debe al pellet negro que se utilizó. (La imagen fue tomada después de realizarle los ensayos).

Experimentación

- Ensayo tracción

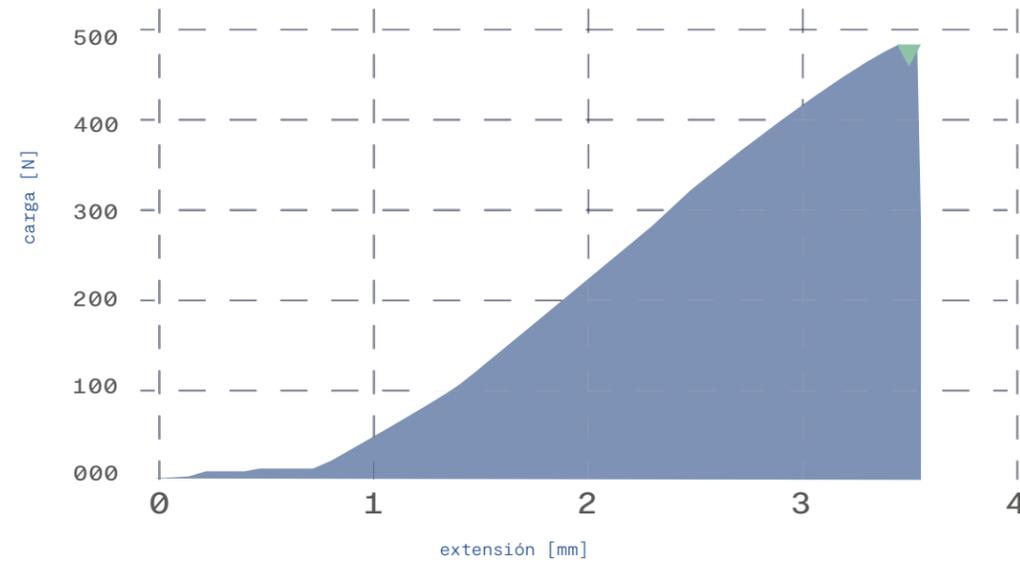
Un ensayo de tracción, es una prueba mecánica que determina las propiedades de resistencia y deformación de un material bajo cargas de tracción. Para realizar este ensayo se debe seleccionar una muestra, luego se le saca el promedio de la dimensión de la muestra. Se introduce en la máquina, que consta de dos puntos de apoyo seleccionado a una distancia correspondiente al tamaño de la muestra. Se configura el equipo y se aplica una carga gradual y continua en el centro de la muestra, entre los puntos de apoyo. Esto se logra mediante un cabezal de carga que ejerce una fuerza hacia arriba en la muestra. La carga se aplica de manera controlada y constante, generalmente a una velocidad especificada.



- Figura 70.

Proceso de producción. Elaboración personal.

## – Resultados ensayos de tracción



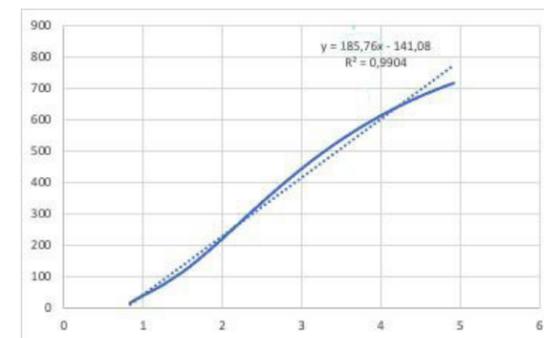
– Figura 71. Ensayo de tracción 03

	Módulo de Young (MPa)	Carga de rotura (N)
Prueba 01	182,8 MPa	489,54 N.
Prueba 02	188,72 MPa	496,93 N
Media	185,76 MPa.	493,23654 N.

Este ensayo también se realizó dos veces para sacar la media de los resultados obtenidos.

Como se mencionó anteriormente este ensayo muestra las propiedades de resistencia y deformación de un material bajo carga de tracción. Entrega los resultados obtenidos en una tabla bajo 8 criterios. Estos son: Extensión (mm), Carga (N), Esfuerzo de tracción (MPa), Tiempo (s), Extensión de tracción (mm) y Deformación por tracción (mm/mm), estos están correlacionados entre sí.

Además de esto, entrega un gráfico donde se ven estos datos relacionados. Para sacar el Módulo de Young (la propiedad mecánica de los materiales que describe su rigidez o resistencia a la deformación elástica bajo una carga o tensión), se debe tomar en cuenta solo la pendiente en aumento, tomando en cuenta la columna de Esfuerzo de tracción y la deformación (mm/mm). El gráfico que se ve, es el promedio de ambos ensayos.



## C. Conclusiones

Los resultados obtenidos no fueron los esperados. A pesar de que la mezcla se homogeneizó y exhibía una apariencia rescatable, los resultados de la prueba mecánica, mostró una disminución significativa en la resistencia y una disminución en el tiempo de fractura, con respecto a la anterior. Por lo tanto, se decidió seguir trabajando con el proceso de la muestra anterior y analizar las aplicaciones que se le podrían dar a este.



– Figura 72. PP listo para mezclar.

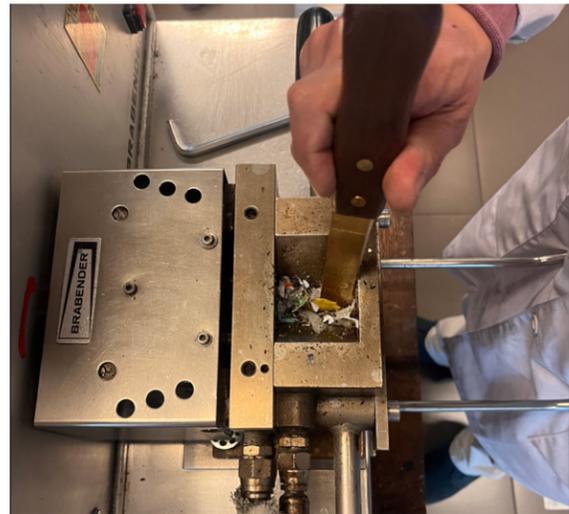


– Figura 73. Residuo Heterogéneo listo para reciclar.



– Figura 74. Mezcla de ambos componentes.

### Residuo Heterogéneo



– Figura 75. Proceso de Braender.



– Figura 76. Probeta para el ensayo tracción.



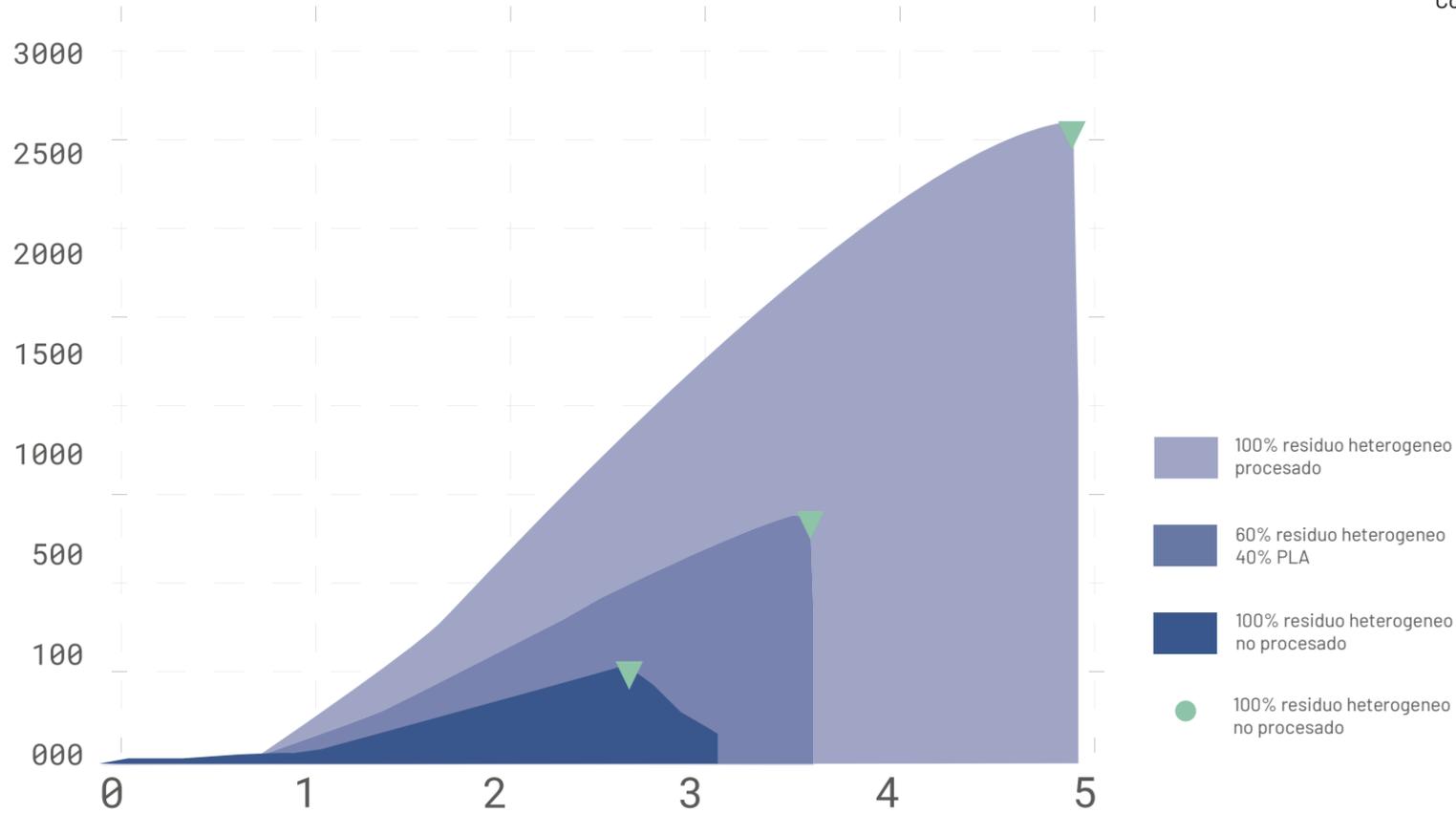
– Figura 77. Resultado final ensayo tracción.

### Experimentación

## Resumen resultados experimentación

	muestras involucradas	composición	procedimientos aplicados	resistencia (MPa)	conclusiones preliminares	pasos a seguir
A	01/02/03	residuo heterogéneo no procesado	prensa ensayo tracción	61,567 MPa	frágil quebradizo colores llamativos poco resistente o flexible	fin.
B	04/05/06/07	residuo heterogéneo procesado	prensa secado pelletizado ensayo tracción ensayo flexión FTIR	532,82 MPa	resistente flexible escala de grises rígido	aplicar diferentes pruebas para averiguar sus propiedades y ver su aplicación
C	08	residuo heterogéneo procesado mas plástico 100% reciclado	prensa secado pelletizado ensayo tracción	185,76 MPa	menos resistente flexible grises oscuros menos rígido	fin.

- Comparativa resultados ensayos de tracción



- Figura 78. Comparación ensayos de tracción.

- Ensayo de fluidez MFI

El ensayo MIF es una prueba que se utiliza para medir el índice de fluidez y viscosidad de los materiales plásticos. MFI es "una de las medidas de control de calidad para polímeros termoplásticos, mezclas termoplásticas y formulación de compuestos". (Omnexus, 2023). Este ensayo proporciona información sobre la capacidad del material para fluir y llenar moldes durante los procesos de inyección o extrusión, por lo tanto, el objetivo de este ensayo es verificar si es posible realizar estas aplicaciones con el material.

Esta prueba se realiza durante un tiempo determinado, de 10 minutos. Según la cantidad de material se establece un peso para ejercer la fuerza del ensayo, en este caso se utilizó un peso de 2,16 kg, según la norma ASTM D1238, que establece las condiciones y procedimientos de ensayo específicos. A una temperatura de 230º.

Se introduce el material a la máquina y esta comienza a extruirlo. Tras pasar 2 minutos comienza a correr los 10 minutos establecidos anteriormente. Cada 60 segundos que pasan se debe cortar la muestra, se debe ser muy exacto para determinar la fluidez.

Una vez finalizados los 10 minutos, se pesa cada uno de los resultados. Se eliminan las muestras de menor y mayor peso, para que sea más preciso. Se saca el promedio de estos dígitos y luego se multiplica por 10 (tiempo establecido) y así se obtiene la fluidez del material.

La fluidez de un material está directamente relacionada con el peso molecular de los polímeros. Un material de alta fluidez tiene un peso molecular bajo y un polímero de baja fluidez tiene un peso molecular mas alto. El peso molecular dirige y establece las propiedades que están relacionadas al material. (Omnexus, 2023)

Alto peso molecular y baja fluidez:

- Buena resistencia al impacto ,
- Resistencia al agrietamiento por estrés ambiental,
- Rendimiento de fatiga
- Propiedades de barreras



- Figura 79. Ensayo MFI

– Resultados

peso (g)	calculo MFI
0,2924 (g)	suma total: 1,4706
0,2981 (g)	$1,4706 : 5 = 0,29412$
0,2962 (g)	$0,292412 \times 10 = 2,9$
0,2924 (g)	
0,2925 (g)	<b>Resultado final: 2,9 mif g/10 min</b>



– Figura 80. Ensayo fluidez



– Figura 81. Resultados ensayos de viscosidad

El valor obtenido indica que el material tiene una velocidad de flujo relativamente alta, según las normas de ASTM D1238. Es decir, el material puede fluir fácilmente a través de los moldes, por lo tanto, puede ser extruido o inyectado. Algunos polímeros con fluidez similar son:

**LDPE** (polímero de baja densidad) rango de 2-5 g/10min, con un peso de 5kg.

**PP** (polipropileno) rango de 2-5 g/10min, con un peso de 5kg.

**HDPE** (polímero de alta densidad) rango de 1-5 g/10min, con un peso de 5kg.



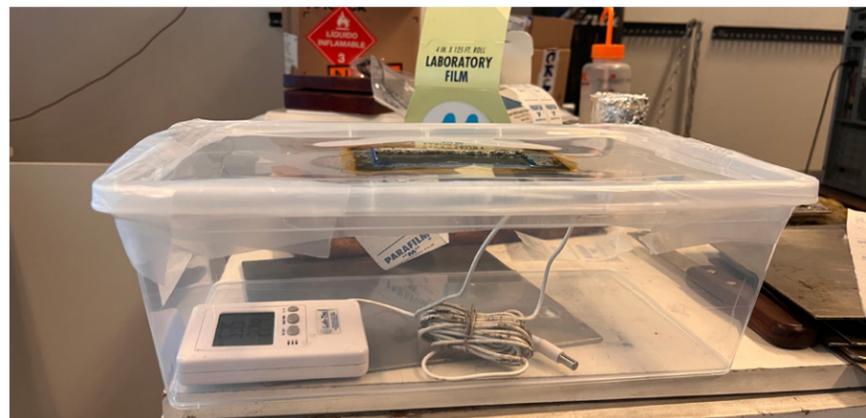
Se contextualiza los resultados de la viscosidad, dentro de una línea para comparar viscosidades de otros plásticos..

– Figura 82. Posición del material con respecto a los otros plásticos

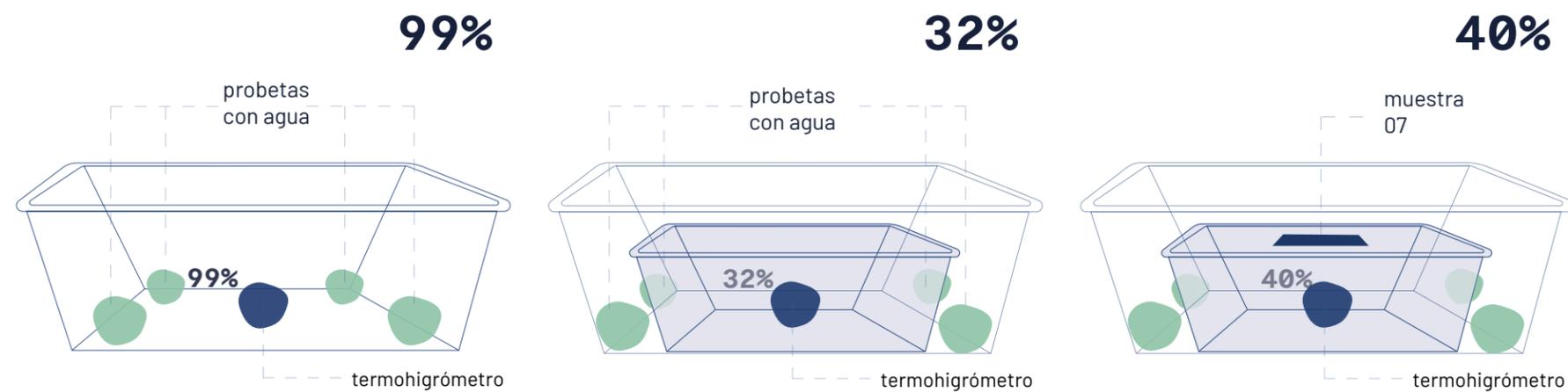
### – Resistencia a la humedad

Para la realización de este ensayo se utilizó un termohigrómetro, instrumento para medir la temperatura y humedad del ambiente. Para llevar a cabo esta prueba, en una caja sellada se introdujo 50 lt de agua y se esperó que llegara al 99% de humedad dentro de la caja. Luego se introdujo otra caja sellada, más pequeña, dentro de la otra caja para ver el % de humedad que tendría. El resultado de este fue de 32% de humedad, por lo tanto, la caja sellada estaba permeando en un 67% la humedad. Al tener este dígito, a la caja sellada se le hizo un agujero el cual se tapó con un pedazo de la muestra 07, para medir el % de permeabilidad (no dejar pasar la humedad de una caja a otra).

El resultado fue esperado, después de 3 días la humedad dentro de la caja era de un 40%, muy similar al obtenido con la caja original. Esto quiere decir que el plástico producido por el residuo heterogéneo tiene una alta capacidad de permeabilidad.



– Figura 83. Ensayo de permeabilidad



### Residuo Heterogéneo

### – Ensayo de absorción

Luego de haber pasado los 3 días midiendo la permeabilidad y su aislamiento. Se quiso agregar información calculando su peso durante 5 días, con el objetivo de ver si el material absorbe el líquido o no. Si lo absorbe no es un material apto para condiciones húmedas, ya que la absorción de humedad corrompe las propiedades de los plásticos. Seguido de esto se fue pesando la muestra a lo largo de 5 días, para calcular su capacidad de absorción.

Se utilizó un pedazo de la muestra 08, se pesó antes de hacer las pruebas y se fue datallando día a día los resultados del aumento del peso. Este proceso fue muy tedioso, ya que había que despegar y pegar la muestra todos los días, asegurándose de que quede bien sellada. A pesar de que este ensayo es recomendado hacerlo durante 10 días, se hizo en la mitad del tiempo para sacar conclusiones preliminares.

Los resultados fueron esperados, el aumento del peso de la muestra fue bajo como se puede ver en la tabla.



– Figura 83. Ensayo de absorción

### Experimentación

### – Resistencia al calor

Se realizó una prueba para analizar si era resistente al calor. Se determinaron tres distancias (80mm, 40mm y 10mm) y con un quemador se aplicó el calor.

Las primeras distancias no influenciaron en nada en la muestra, no hubo ningún cambio, ni deformación ni emisión de humo o vapores. Sin embargo, al realizar la prueba con el mechero casi pegado a la muestra este se derritió, deformándose, sin embargo, no hubo emisión de humo ni cambios significativos del color de la muestra y su estabilidad dimensional se deformó en un bajo porcentaje.

100

De esto se concluye que es resistente al calor y se deforma al recibir altas temperaturas directas. Sin embargo, esto no quita su resistencia a los cambios de temperatura, ni a la exposición directa de factores lumínicos que expulsen calor.

### Residuo Heterogéneo

– Figura 84.

Resultado ensayo de calor.



– Figura 85.

Ensayo de calor.



– Figura 86.

Ensayo de calor.



## Conclusiones

Se realizó un gráfico comparando los 3 resultados obtenidos en las pruebas de tracción, (figura X). En este se puede ver el incremento de la resistencia al homogeneizar el material y comparar los diferentes resultados. Con esto se tomó la decisión de seguir con el material que se trabajó durante la segunda etapa, es decir, el residuo heterogéneo procesado.

También, a través de las pruebas se pudo concluir un aproximado de las temperaturas para tratar el material.

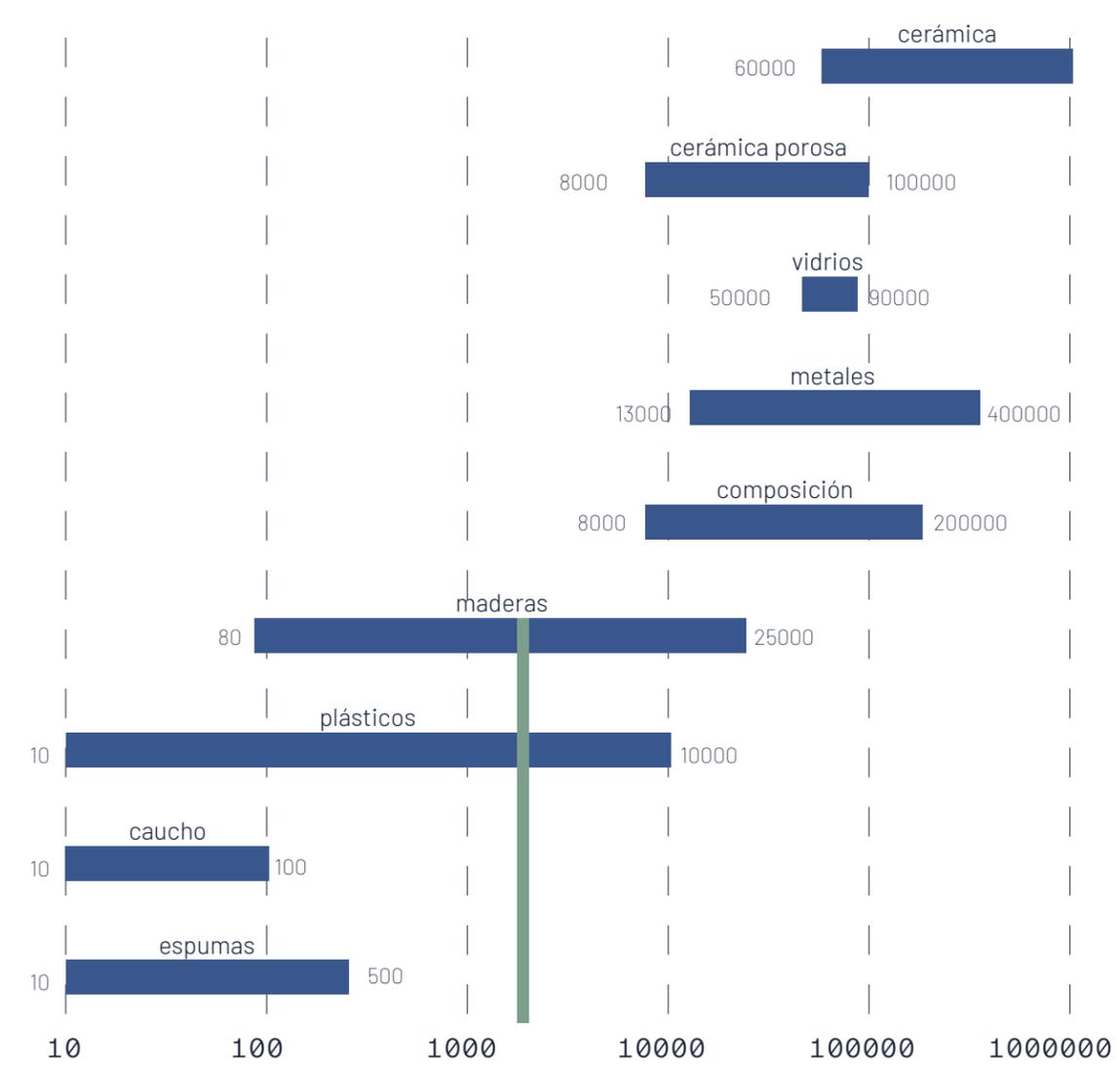
Ya se habría logrado revalorizar el material, ahora queda preguntarse ¿Para que puede servir?

Con los resultados obtenidos se realizaron tablas comparativas, con respecto a otros materiales en general y materiales similares al producido. Con el fin de ubicarse y establecer categorías sobre el material. Además, se siguieron haciendo pruebas para analizar qué proceso productivo se le podría aplicar y cuáles cualidades de distinción tiene.

	tº fusión	tº extrusión	tº moldeable
residuo heterogéneo	230º	250º	210º

Residuo Heterogéneo

- Tabla comparativa otros materiales



rigidez de otros materiales

resistencia del residuo heterogéneo (entre 2500 y 2600 MPa)

Este gráfico compara las diferentes resistencias de los distintos materiales en mega pascales (MPa). Se puede ver que el material hecho de residuo heterogéneo se encuentra en la mitad de los polímeros, eso quiere decir que tiene una resistencia moderada en comparación a otros polímeros. También podemos ver que cruza por la resistencia de la madera. Comparándola con este material también es una resistencia media, sin embargo, esta más baja que la media. Por lo tanto, podría ser utilizado tanto como plástico o como madera.

- Figura 87.

Gráfico resistencia de los materiales

102

Fuente: Materials, s.f.

Experimentación

- Tabla comparativa plásticos, similitud en el Módulos

plástico	módulo de young	elasticidad	plástico	módulo de young	elasticidad
ABS	1500-3000	600-2800	PET	2800-3100	2800-3500
ABS	1000-2500	600-2100	PHB	3000-3100	3000-3200
TPI	3000-3200	3000-3600	PMMA	2000-3200	2500-3500
COC	2500-3500	2200-2600	PP	2500-3500	3000-3500
CPVC	2600-3200	2000-3200	PPA	3300-3700	2100-3700
HIPS	1500-3000	1000-2000	PPE	2800-2900	2900-3500
PAN	3100-3800	3000-3500	PD	2000-3000	3000-3500
PBT	2000-2500	2000-4000	PVC	1300-3000	2100-3500
PEI	2500-3000	3000-3400	SAN	25000-4000	3500-4200
PEKK	3000-3500	3300-3400	XLPE	350-3500	350-3500

Fuente: Omnexus, 2023

103

**Residuo Heterogéneo**

**Experimentación**

– Tabla comparativa plásticos filamentos

– Tabla comparativa plásticos, similitud viscosidad

– Tabla comparativa plásticos

plástico	módulo de young	elasticidad	plástico	módulo de young	elasticidad
PLA	3400-3600	3400-3800	LLDPE	130-300	245-335
PET	2800-3500	2800-3500	PP	400-1000	400-2000
ABS	600-2800	600-2800	HDPE	500-1100	750-2500
PETG	1500-2000	2000-2200			
PC	2000-2200	2000-2200			
TPU	500-1100	750-1575			

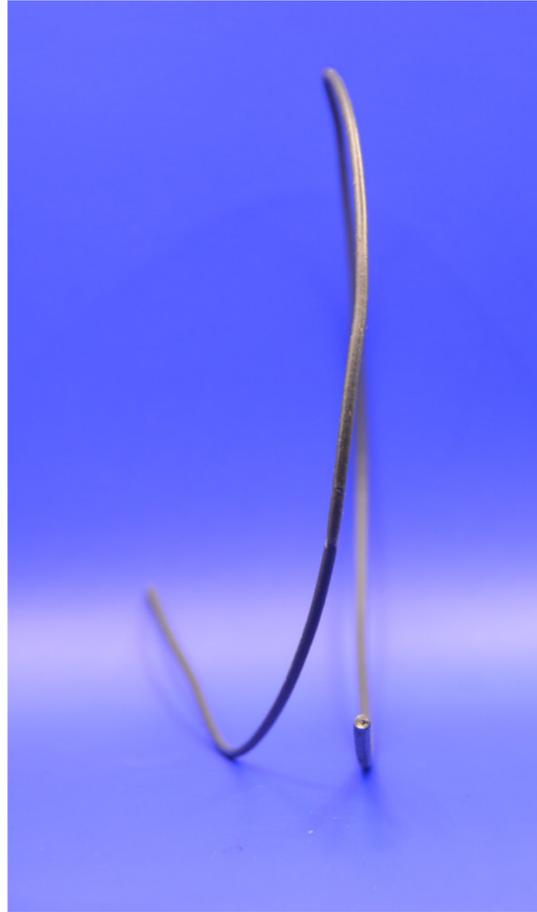
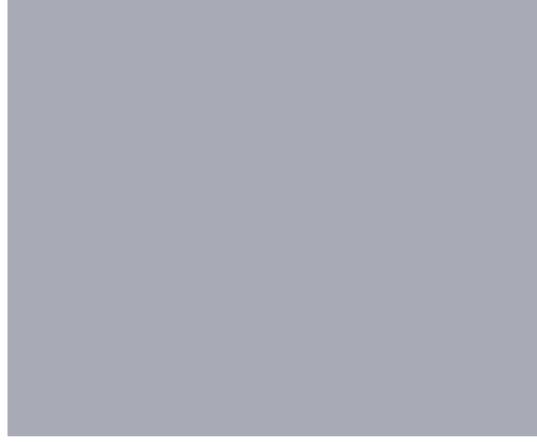
plástico	Modulo de Young	m Elasticidad	tº fusión	permeabilidad	impacto
ABS	1500-3000 MPa	1700	200º	alto	resistente
PETG	1900-2400 MPa	2200	230º	bajo	-
HIPS	1000-3000 MPa	2300	95º	alta	resistente
PP	1500-2500 MPa	1500	160º	baja	media
XLPE	350-3500 MPa	2000	115º	baja	-
PVC	2100-3500 MPa	3000	200º	baja	resistente
PET	2800-3500 MPa	1200	230º	alto	resistente
HDPE	1500-2500 MPa	1800	150º	alto	resistente
R.H.	2000-3000 MPa	2900	200º	moderada	-

Dentro de todas las tablas, se seleccionaron los materiales con las coincidencias más cercanas al material producido. Luego se realizó la última tabla comparativa, tomando en cuenta el nuevo material y todos los seleccionados. Se tomo la media de cada categorización (módulo de Young y elasticidad). Junto con esto se agregaron diferentes categorizaciones para cada material.

104

105

DESARROLLO



## Conclusiones

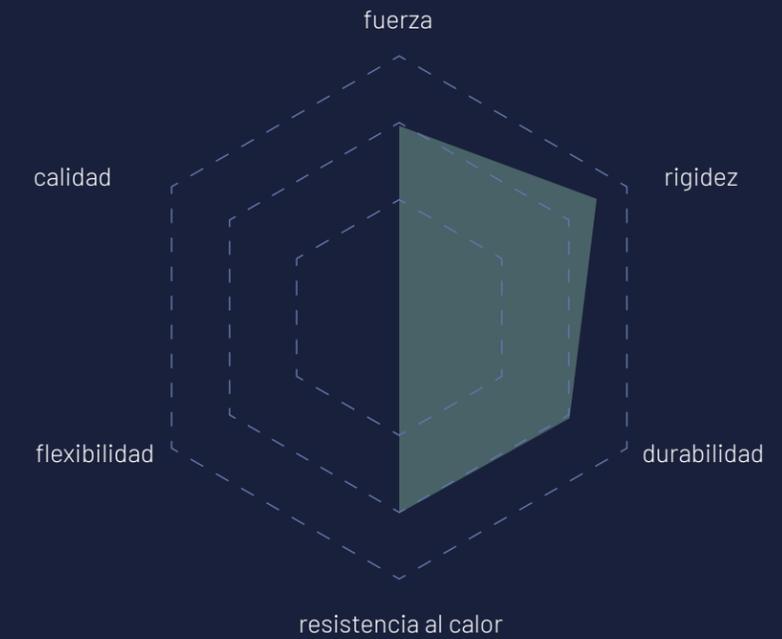
Gracias a las pruebas aplicadas se obtuvo el procedimiento necesario para revalorizar el residuo heterogéneo y transformarlo en un plástico Heterogéneo. Los ensayos realizados lograron exponer las cualidades técnicas del material para diferenciar y proporcionar una buena aplicación a este.

Con un Módulo de Young de 2700 MPa y una elasticidad de 32000 MPa, sugiere ser un material con una rigidez moderada y alta, con una buena resistencia a la deformación elástica. Esto quiere decir, que es un material sólido y duradero, el cual puede ser moldeado. Con estas existe una infinidad de aplicaciones tanto industriales, de logística, automotriz, mobiliaria, construcción, etc.

El ensayo de MFI nos permitieron analizar su fluidez, esta es de 2,9 mif g/10min. Esta viscosidad es prudente para ser aplicado en procesos como extrusión, inyección, compresión y cualquier proceso que sea mediante calor y presión. La fluidez está directamente relacionada con peso molecular del plástico, como se mencionó anteriormente, una baja fluidez equivale a un alto peso molecular. Estas propiedades brindan cualidades similares a las mencionadas con los resultados del Módulo de Young y de elasticidad. Por lo tanto, se

vuelve a reafirmar que es un material con propiedades ligadas a la resistencia al impacto, resistente al estrés ambiental y a las fatigas.

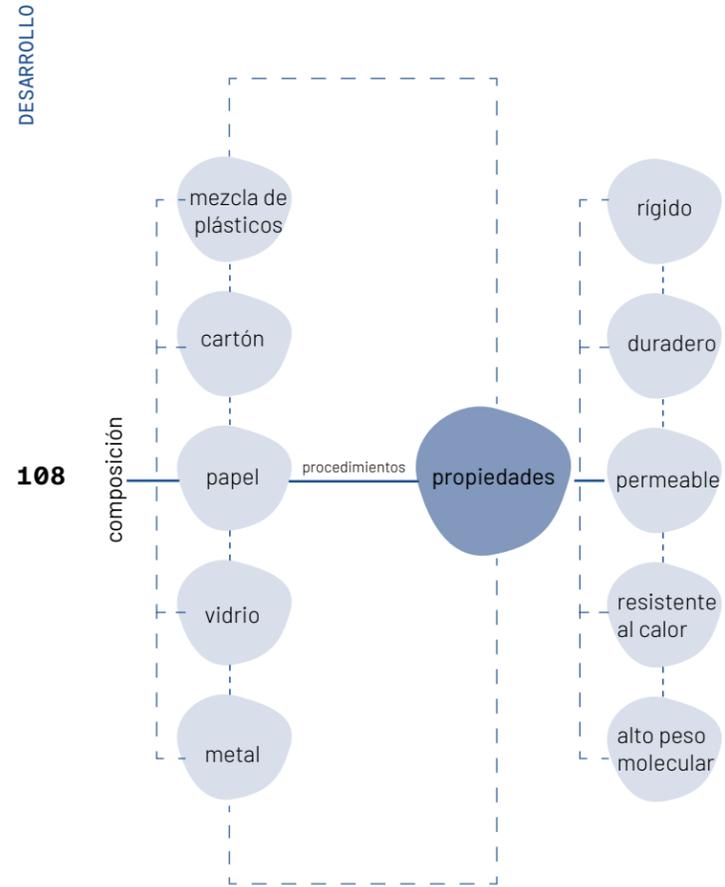
Por otro lado, se le aplicó ensayos en cuanto a su permeabilidad, donde se pudo verificar que es un material aislante y permeable, que no absorbe humedad, lo que lo hace ser resistente a la sobrecarga ambiental.



– Figura 88.

Caracterización del material.  
Elaboración propia.

## Conclusiones y cruce



– Figura 89.

Cruce de información

## 3– Patrones de significados

Manifestación de patrones de experiencia de materiales, durante esta etapa se debe realizar un cruce entre la visión de la experiencia de las personas y las cualidades formales de los materiales y el futuro producto (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015). Con el fin de manifestar los patrones de experiencia en los materiales, para evocar significados deseados. En esta etapa, el diseñador, se debe familiarizar con los aspectos claves del diseño, “como la forma, el usuario, los procesos de fabricación, etc. que desempeñan un papel importante en la atribución de significados a los materiales” para dar paso a la etapa de producción a través del nuevo material.

Para guiar esta etapa se pueden hacer comparaciones con otros materiales similares a este o ciertas preguntas, tales como “¿Cómo sería sentido e interpretado (sensoriales niveles interpretativos) ?, ¿Cómo interactuaría la gente con el material dentro de un contexto particular?, ¿Cuáles son sus cualidades técnicas/experienciales únicas para ser enfatizado en la aplicación final?,(Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015) Se espera que el diseñador pueda resumir los hallazgos, interpretarlos y caracterizarlos, para formular las relaciones entre las propiedades formales del material y el significado de este.

## – Bases del workshop

Para la realización de esta etapa se realizó un workshop, donde participaron personas expertas en ingeniería de materiales, diseño de productos y polímeros. Este tiene las bases conceptuales sobre un estudio de Emotional matter de Rognoli y Ayala.

Ellos plantean que, al interactuar con productos, las emociones se activan. “Las emociones son elementos fundamentales que componen el esquema de la sensorial y la expresividad” (Rognoli, V & Ayala García, 2018). La dimensión expresivo- sensorial, de los materiales, son la base de las afecciones, son elementos fundamentales que el diseñador debe conocer a fondo para poder diseñar y proyectar. (Rognoli, V & Ayala García, 2018). Los colores y las formas son elementos esenciales para lo sensorial y la toma de decisiones sobre el material contribuye a conseguir un nivel más importante dentro de este tema. “Los materiales han adquirido un rol que no consiste solamente en proveer propiedades físicas o de ingeniería” (Rognoli, V & Ayala García, 2018). Este nuevo rol es de cierta manera invisible, pues ya no usamos los objetos con fines puramente funcionales; ahora tienen un trasfondo más primordial, en donde se involucran en los diferentes procesos de interacción con las personas y son capaces de influenciar la relación que se crea entre los usuarios y los productos (Rognoli, V & Ayala García, 2018).

En su descripción original la experiencia material consta de tres componentes experienciales:

**La experiencia estética sensorial**  
**La experiencia de significado**  
**La experiencia emocional**

En base a estas tres categorías se definió la primera etapa del workshop.

## Residuo Heterogéneo

## – Bases del workshop

Esta consiste de 6 pasos, en primer lugar, se realiza la sesión sin dar ningún contexto, se entrega una probeta del material y a ojos vendados el usuario debe completar la etapa a.1 del proceso. Esta es:

**a.1.** Estética: Cómo percibe el material, adjetivos calificativos mediante el tacto, olor y el oír. Se percibe como: frío o caliente, suave o rugosos, brillante u opaco.

Dentro de este paso se le pregunta al usuario ¿Cómo se siente? ¿Qué se imagina? ¿A qué huele? ¿Qué le provoca?

Luego se le quita la venda de los ojos y se deja que el usuario interactúe con el material, en este momento comienza el paso a.2.

**a.2.** Emocional: como el material nos hace sentir. Asombrado, sorprendido, aburrido, felices, nervioso, triste... Una vez visto el material se analiza las reacciones de los usuarios y se le hacen diferentes preguntas para guiar este proceso, tales como ¿Qué sentiste? ¿Cómo te hace sentir? ¿Qué preguntas surgen?

El último paso es el a.3, darle significado

**a.3** Significado: Cuando pensamos en el material, como lo percibimos al mirarlo. (moderno o clásico, cómodo o incomodo, elegante o común, etc) Luego se reflexiona sobre el material y se analiza lo que describe el usuario al imaginarse este en contexto.

## Patrones de significado

Una vez finalizados estos tres pasos se contextualiza al usuario, se le muestran diferentes probetas, se le explica de donde proviene y cómo se obtuvo. Se le enseña el residuo heterogéneo primario y se le deja interactuar con él, mientras se analizan sus reacciones.

Una vez visto esto se vuelven a repetir los pasos anteriores y a analizar al usuario.

**b.1** Estética: lo que percibimos

**b.2** Emocional: cómo nos hace sentir

**b.3** Significado: qué pensamos de él.

Se realizó un base para ir guiando este proceso y completando todas las interacciones vitas del usuario.

Además se realizó un fichaje para completar datos durante la actividad y luego analizarlos.

## – Primera etapa

## – Evaluación a

Estética: Cómo percibe el material, adjetivos calificativos mediante el tacto, olor y el oír. Se percibe como: frío o caliente, suave o rugosos, brillante u opaco.

-Preguntas guía:  
¿Cómo lo siente?  
¿Qué se imagina?  
¿A qué huele?  
¿Qué me provoca (sin mirar)?

## -Análisis

¿Cómo se sintió el usuario?

Atraído/no atraído

¿Qué sentidos utilizó el usuario para percibir el material?

¿Qué palabras/adjetivos utilizó para describir su percepción?

Describe los pasos que realizó para sentir el material

(ej: toco los bordes, sintió como sonaba, se lo acerco a la cara para olerlo...)

¿Cuáles son los primeros indicios que da sobre el material?

## – Evaluación b

Emocional: como el material nos hace sentir. Asombrado, sorprendido, aburrido, felices, nervioso, triste...

-Preguntas guía:  
¿Qué sentiste?  
¿Cómo te hace sentir?  
Una emoción

## -Análisis

¿Cómo se sintió el usuario?

Atraído/no atraído

¿cómo es la primera reacción del usuario al verlo?

¿Qué sintió al ver el y analizar con lo que había percibido anteriormente?

¿Qué sentimientos describe al ver el material?

¿Cómo lo describiría con una palabra ? (ej: aburrido, feliz, nervioso, triste)

¿Repite alguna interacción ahora con vista, de la etapa anterior?

## – Evaluación c

Significado: Cuando pensamos en el material, como lo percibimos al mirarlo. (moderno o clásico, cómodo o incomodo, elegante o común, etc)

-Preguntas guía:  
¿Qué piensas del material?  
¿Dónde te lo imaginas?  
Como lo describirías

## -Análisis

¿Cómo se sintió el usuario?

Atraído/no atraído

¿Qué pensó sobre el material?

¿Lo categoriza como un material moderno, cómodo elegante, clásico, barato..?

¿Qué palabras/adjetivos utilizó para describir su percepción?

¿Dónde usaría el material?

¿Para qué se imagina el material que sirve ?

## Residuo Heterogéneo

## – Primera etapa

## Experimentación

¿Cómo toca el material?

- lo presiona - lo "rasguña"  
- lo frota - le pega  
- lo comprime - lo comprime  
- lo ralla - lo pica

¿Cómo mueve el material?

- lo levanta - lo huele  
- lo pesa - lo dobla  
- lo flexiona - lo escucha  
- lo exige

## Emocional

¿Como se siente con el material?

¿Como se siente durante el workshop?

a1 a2 a3 b1 b2 b3

## Extras

¿Qué piensas del material?

¿Qué es lo mas llamativo del material?

¿Qué es lo menos llamativo del material?

## Nivel Sensorial

Cómo lo percibe

	-2	-1	0	1	2	
duro	<input type="radio"/>	suave				
liso	<input type="radio"/>	rugoso				
mate	<input type="radio"/>	brillante				
no reflectivo	<input type="radio"/>	reflectivo				
frío	<input type="radio"/>	caliente				
elástico	<input type="radio"/>	no elástico				
opaco	<input type="radio"/>	transparente				
duro	<input type="radio"/>	débil				
ligero	<input type="radio"/>	pesado				
regular	<input type="radio"/>	irregular				

## Patrones de significado

## Nivel Interpretativo

¿Con qué asocias el material?

¿Cómo lo describes?

## Nivel afectivo

¿Qué emociones provoca el material?

cercano

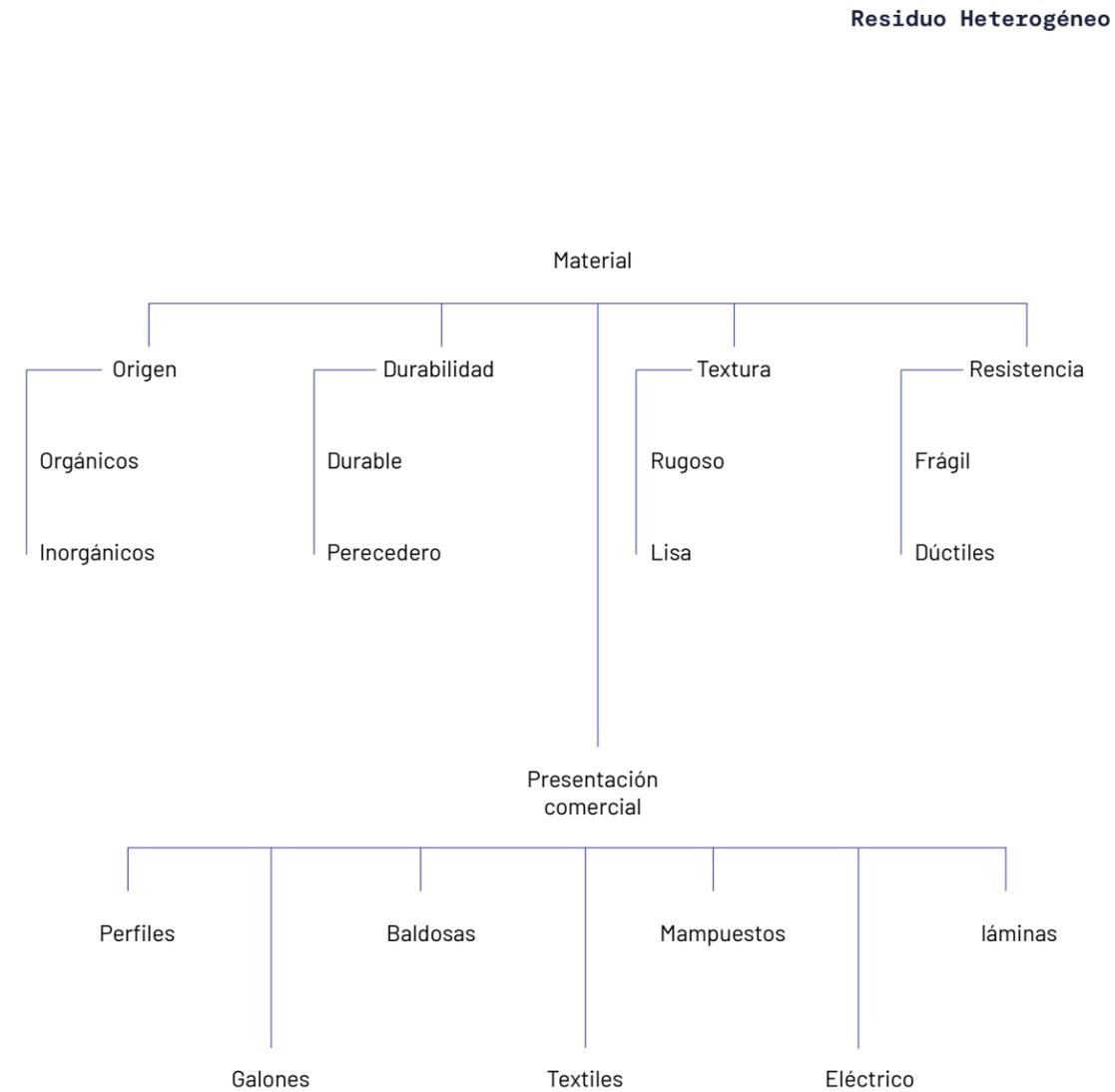
atractivo

no atractivo

### – Segunda etapa

La segunda etapa consiste en categorizar el material, dando a entender sus cualidades y las posibilidades de uso del material.

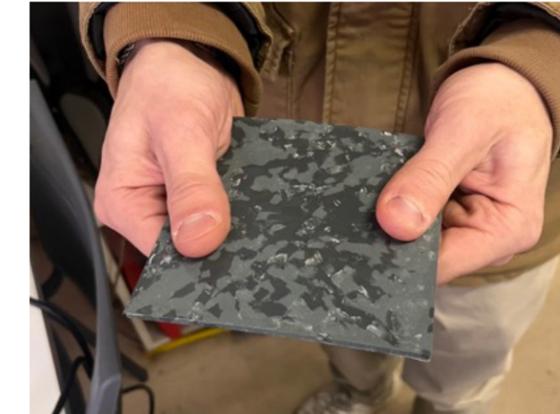
Este fue una etapa más corta, sin embargo, no se realizó en todos los workshops ya que, en un principio, algunos de los usuarios me recomendaron no hacerlo porque podría desviar mi investigación y confundir, para la toma de decisiones.



– **Figura 90.**

Categorías de los materiales.

### – Usuarios



### Patrones de significado

Los usuarios analizados, como se mencionó anteriormente, fueron diseñadores de productos, ingenieros en materiales y especialistas en plásticos, de un rango de edad de 50 a 27 años. Se abordó con estas tres perspectivas, ya que están relacionadas con la investigación. El formato de estas entrevistas se estableció como presencial.

-El primero usuario fue Pedro Chinni, gerente de ingeniería de la empresa Wenco S.A, trabajó durante 32 años en la industria del plástico.

-Silvana Ellena Poseck, gerente general de la empresa Timberecco, que se dedica a hacer madera de residuos plásticos.

-Alberto Gonzales especialista en el diseño industrial y materiales plásticos.

-José Manuel Allard especialista en el diseño especulativo, escenarios futuros y diseño para la emergencia.

-Franco, ingeniero químico y estudiante del magister del laboratorio de polímeros y materialidades.

-Nicolás, ingeniero químico y estudiante del magister del laboratorio de polímeros y materialidades.

-Jorge Cárcamo, especialista en revalorización de residuos para convertirlos en pellet de plásticos.

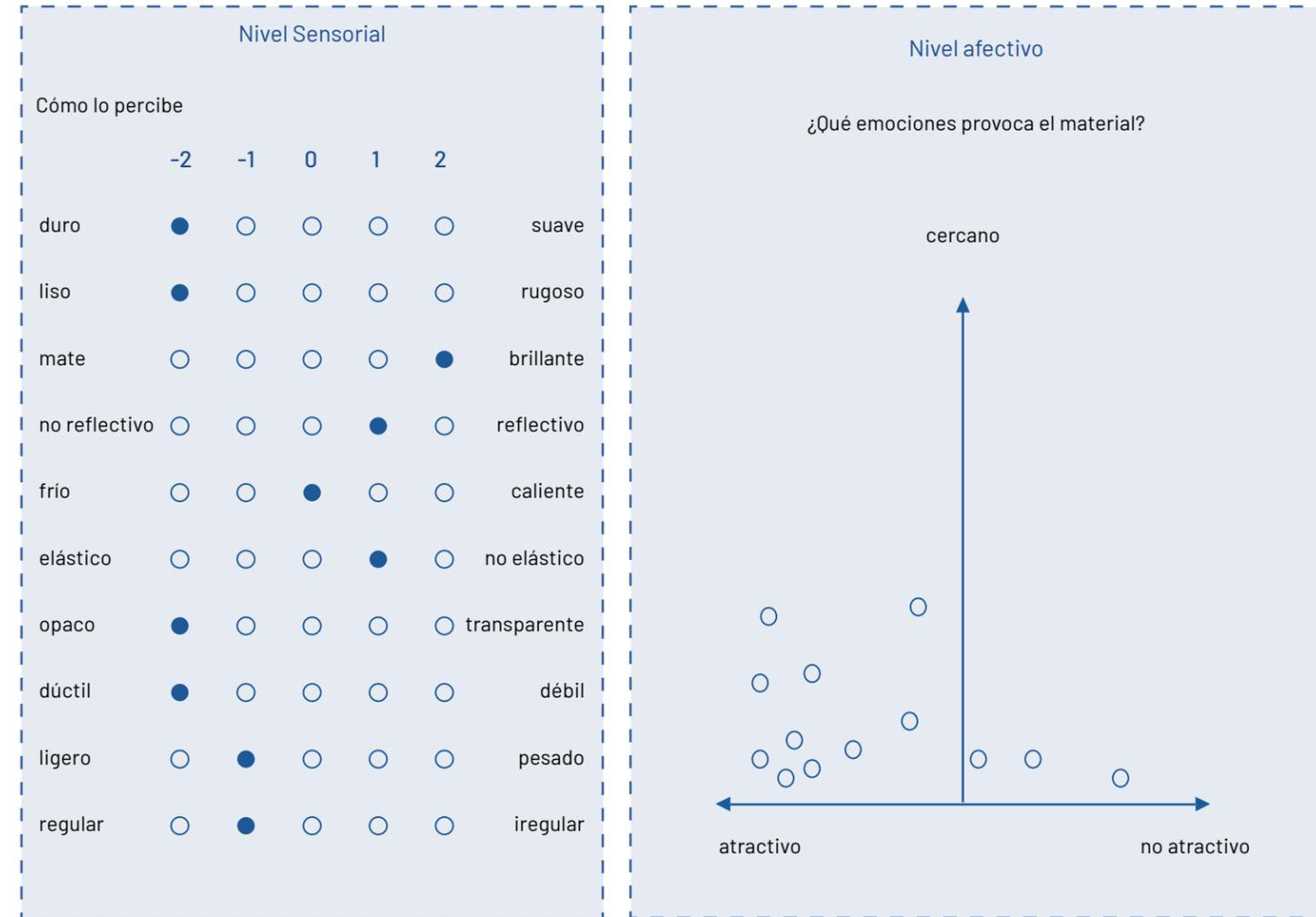
-Bernardo Monges, jefe de negocios de la empresa GreenPlast.

-Entre otros Total de 20 personas

– Primera etapa

DESARROLLO

116

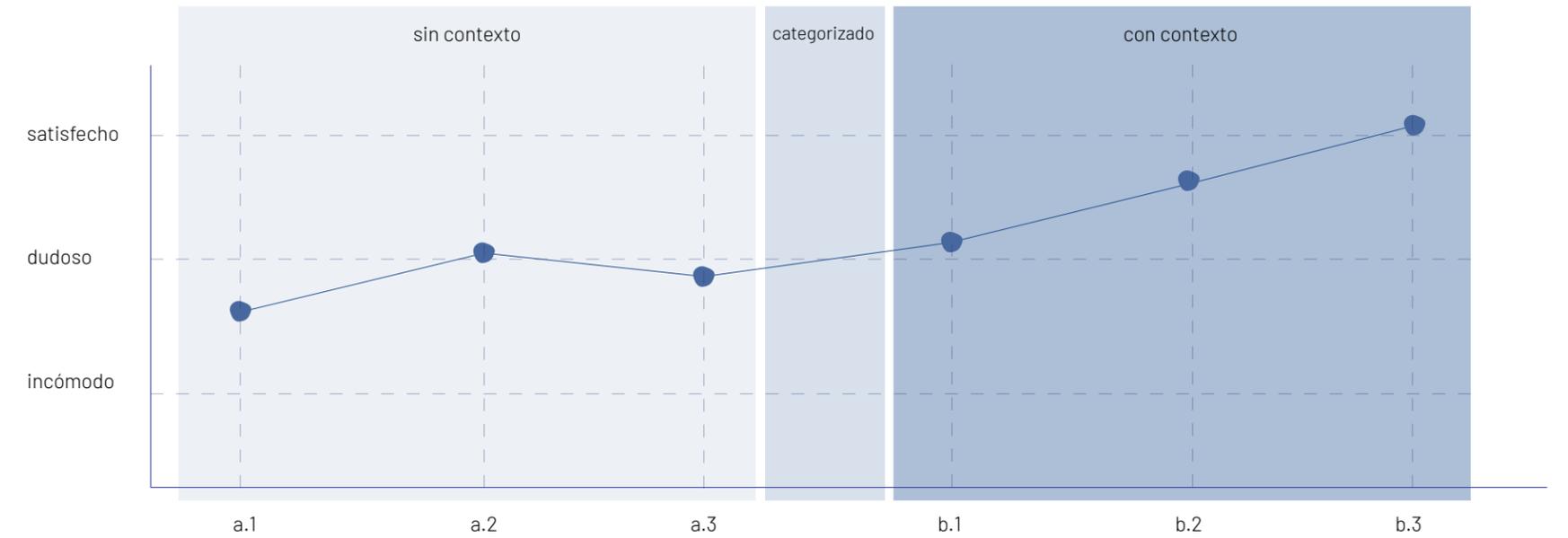


– **Figura 91.**  
Resultados promedios del workshop.

– Mapa de viaje

– **Figura 92.**

Mapa de viaje, elaboración propia.



117

Se realizó este mapa de empatía del usuario, donde se puede ver el análisis de su reacción al interactuar con el material. Además, podemos notar el cambio notorio al saber que es un plástico que proviene de un residuo que era considerado imposible de reciclar. El valor que se le toma es más elevado, se aprecia e incentiva al usuario a seguir descubriendo y analizando el material.

Nota: reiteradas veces los participantes destacaron el oficio del material. “inimaginable que esto provenga de algo tan heterogéneo” –palabras de Pedro Chinni, experto en plástico. “la purga finalmente se convirtió en algo valorable” –palabras de Bernardo Monges, quien trabaja en la empresa, Greenplast, de donde proviene el residuo heterogéneo.

- Contexto

1 Nivel Interpretativo Sensorial

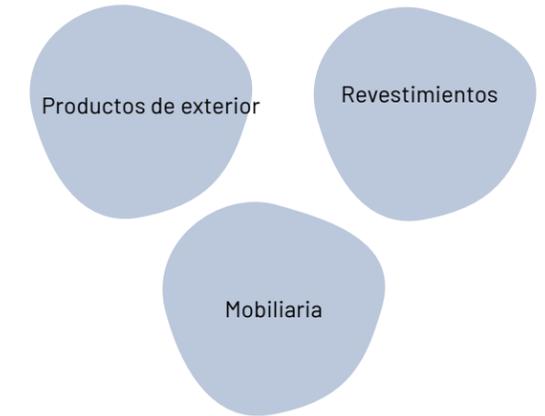
Es compacto, se ve pesado y masiso, sin embargo es liviano.

Interés acerca de su procedencia, desapqgo al ver si aspecto inicial.

Material sintético, brillante, rígido. BBuenas terminaciones, buenos vertice y espesor uniforme.

118

3 Categorías de productos



Residuo Heterogéneo

2 Intereses Personales

Desde lo estético a lo funcional, me he rodeado de proyectos sobre productos de consumo del día a día. Productos que nos rodean con terminaciones mas modernas, versátiles y ergonómicas.

Productos de hogar Beauty Moda textil **Mobiliaria**

Revestimiento Mesas Sillas Luminarias

- Figura 93.

Cruce de información. contexto

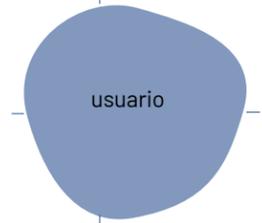
Patrones de significado

- Conclusión

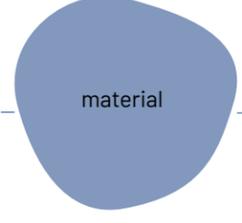
Expertos en materiales

Expertos en plásticos

Diseñadores integrales

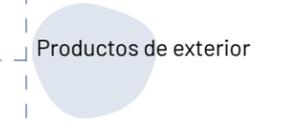


interacción



**Propiedades técnicas**  
 -resistencia media  
 -alta flexión  
 -elástico  
 -resistente a la humedad  
 -funde 200º

**Propiedades sensoriales**  
 -sintético  
 -rígido  
 -compacto  
 -oscuro  
 -liso  
 - se siente difícil de romper



119

- Figura 94.

Cruce de información

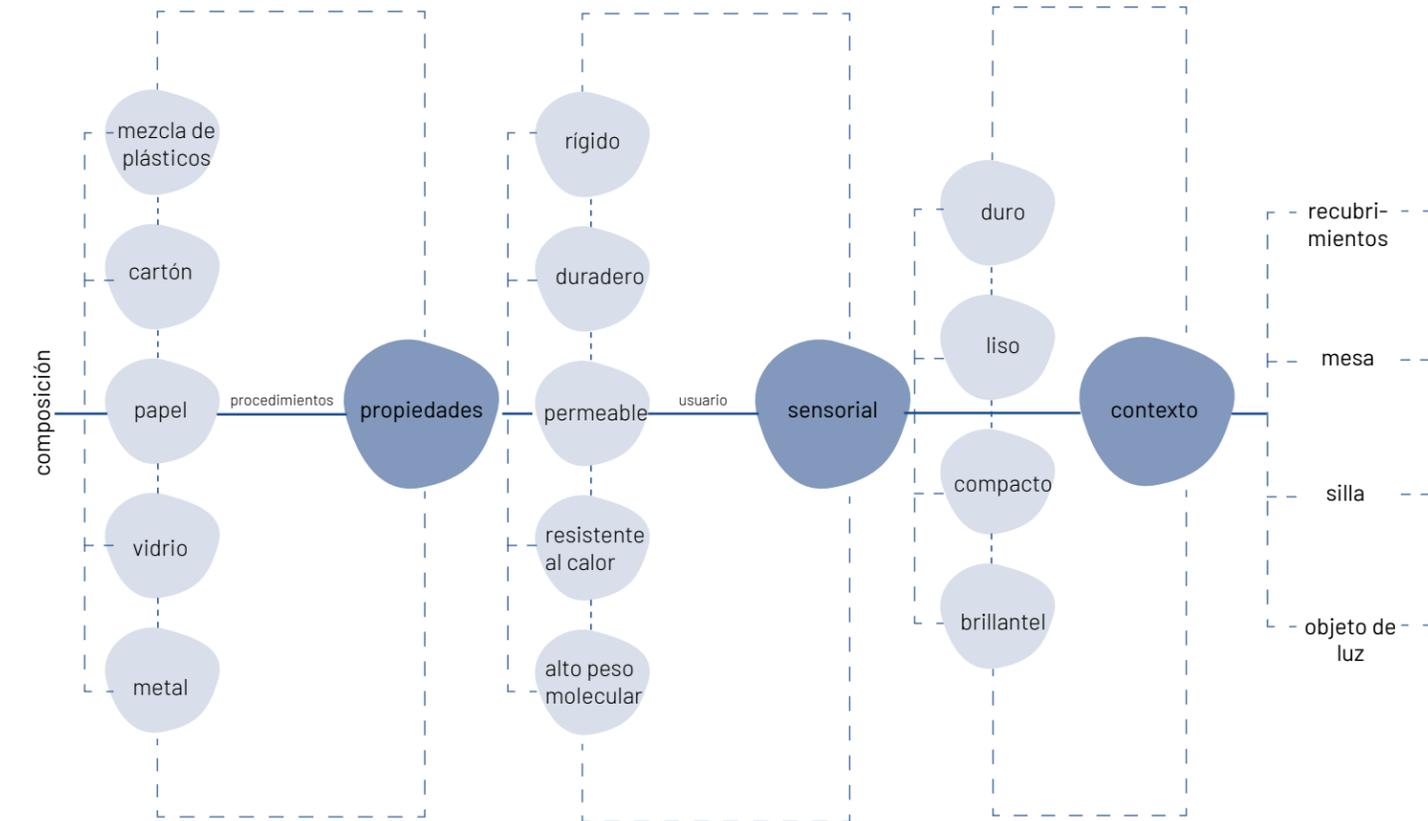
# Conclusiones

A lo largo de esta etapa se integraron vistas interdisciplinarias como una estrategia de diseño. Para crear patrones de valores, se utilizaron herramientas del diseño para activar procesos de pensamiento y toma de conciencia. El workshop brindó una experiencia vista desde lo sensorial y lo significativo del material, un rol participativo relacionado con la forma de elaboración y cualidades de este.

Las etapas de sensaciones dieron resultados que apuntan hacia un material sintético con buenas terminaciones, liso, rígido, duradero, regular, etc. Lo clasifican de inmediato, como un plástico que va a durar en el tiempo y lo asocian a un sinfín de productos.

Se pudo distinguir un cambio de activación del usuario una vez conocido la procedencia del material. Le genera interés, pero al mismo tiempo se produce cierto distanciamiento en cuanto a la sensación que le brinda. Al enterarse que proviene de basura y ver su aspecto inicial, dan indicios que prefieren tenerlo en objetos más "lejanos", es decir eliminan la posibilidad de productos para cuerpo, cuidado personal, consumo diario, entre otros. Desde lo anterior se concluye que la procedencia del material provoca en el usuario ciertas dudas y reacciones, pero al mismo tiempo le toman un valor significativo al enterarse del impacto ambiental que produce.

# Conclusiones y cruce



– Figura 95.

Cruce de información

## 4— Creación

La etapa de creación es donde los diseñadores integran todos los hallazgos rescatados durante las etapas anteriores. Se deben integrar tanto los significados tomados de la creación de patrones de valores, como la experimentación y el conocimiento del material. En esta etapa se debe manipular el material para encontrar su uso y aplicación óptima, donde sus cualidades resaltan y marcan la diferencia de otros materiales. (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015). “Por lo tanto, el éxito del método debe analizarse en función de cómo facilita el proceso de estructuración y organización de sus ideas y de cómo comprende una situación desconocida cuando el proceso se completa; en lugar de resultados finales concretos” (Karana-Rognoli-Barati-Van der Laan, 2015).

Para la realización de esta etapa se realizó un cuadro donde se toman en cuenta todos los hallazgos de los escenarios anteriores.

### Residuo Heterogéneo

A continuación, se quiso experimentar qué aplicación darle al material a través de tres caminos. En primer lugar, la Impresión 3d, por el alto parecido en algunos de los plásticos que hoy se usan para hacer filamento. En segundo lugar, por compresión. Durante toda la etapa de conocimiento del material se trabajó mediante compresión, por lo tanto, ya se sabía que era un camino viable. En último lugar, se quiso probar mediante el proceso de inyección. A pesar de que el ensayo de viscosidad permite verificar que es un material apto para inyectar y extruir, se quiso probar esta alterativa para analizar los resultados.

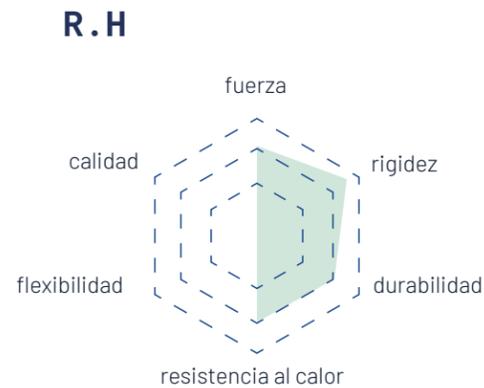
### Creación

	Aplicaciones	Proceso	Resultado
Filamento 3D	Filamento 3D	Hacer el filamento a través de la extrusora 3devo, imprimir impresora 3d	no funciona
Compresión	Compresión	Utilizar el material homogeneizado y comprimir en compresora de mayores dimensiones.	experimentación comprueba que funciona
Inyección	Inyección	Utilizar el material homogeneizado e introducirlo en una inyectora.	experimentación comprueba que funciona

# A. Filamento 3D

Para partir esta etapa se quiso realizar filamento para impresoras 3d. Esta idea nace por la coincidencia de las propiedades de resistencia con el filamento PETG.

Para comenzar se debía realizar el filamento, esto se hizo nuevamente en el laboratorio de polímeros de la universidad de Chile. Se uso la máquina 3devo, la cual funciona como una extrusora. Se inserta el plástico por un embolo y lo recibe un tornillo sin fin con cuatro cámaras de calor. Estas cámaras deben programarse con la temperatura correspondiente para no dañar el material. Como ya se sabía la temperatura de fusión, del residuo heterogéneo, se programó la primera cámara a una temperatura de 170°, la segunda a 200°, la tercera a 195° y la cuarta a 175°.



– Figura 96.

Propiedades de plásticos filamento

Residuo Heterogéneo

## – Preparación del filamento

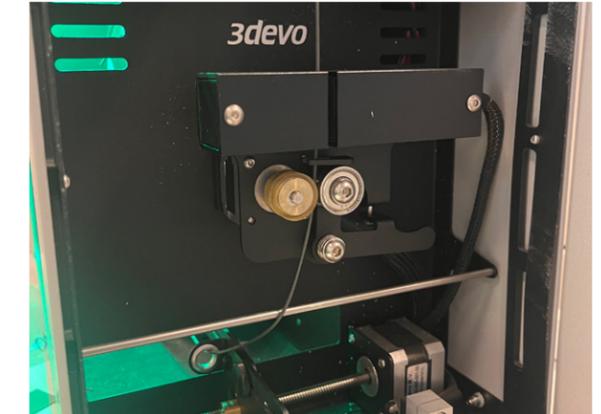
Este proceso fue simple y el resultado daba esperanzas prometedoras, sin embargo, al realizar las primeras impresiones comenzaron los problemas. En primer lugar, de debía utilizar una impresora 3d de extrusión directa, esto quiere decir, que el extrusor este pegado a la boquilla y se salte el tubo, ya que como se sabía que el material era uniforme.

Al comenzar el filamento salió uniforme, sin embargo, no se logró pegar a la camilla de la impresora, se intentaron en reiteradas veces y surgía el mismo problema. Además, la composición del filamento al no ser uniforme tapaba la boquilla de 1mm de la impresora 3D, por lo tanto, se descartó esta vía sobre las aplicaciones posibles.

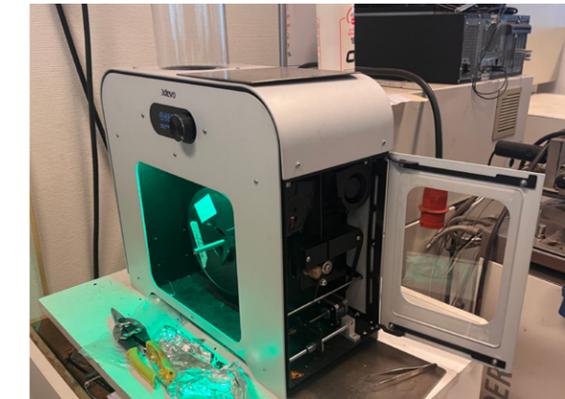
Creación



– Figura 97. Programación máquina para hacer filamento..



– Figura 98. Extrusión del filamento.

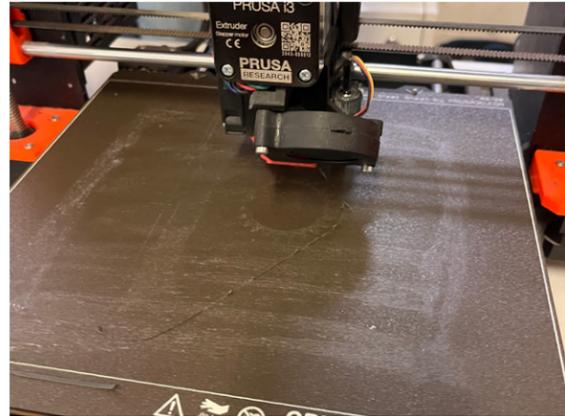


– Figura 99. Enganche del carril..



– Figura 100. Resultado del roceso.

## – Impresión 3D

– **Figura 101.** Extrusión uniforme de la impresora.– **Figura 102.** Acá se ve lo no continuo del filamento.– **Figura 103.** Acá se ve lo no continuo del filamento.– **Figura 104.** Impresión mala, se levanta y se despegó.– **Figura 105.** Poca uniformidad del material.

Se intentó resolver con varias modificaciones, aplicar laca en la cama, aplicar pegamento en barra sobre la laca. Realizar cambio de temperatura, ejercerle presión para lograr uniformidad del material, entre otras.

## Residuo Heterogéneo

## Conclusiones

Se esperaba realizar diferentes engranajes para realizar ciertas pruebas de resistencia a través de la impresión 3d, sin embargo, esto no dio buenos resultados. Existen diferentes opciones para resolver estos problemas que se presentaron, uno de ellos es micronizar antes de hacer filamento el material, dejar todas las partículas en micrones podría llegar a dejar el filamento más uniforme y evitar que este se atasque en la impresora. En segundo lugar, para lograr que se pegue a la cama se podría realizar pruebas con diferentes camas, por ejemplo, una de tela para que el material penetre en ella y se adhiera más fácil.

Para esto se debía iterar el material y la impresora, pero se decidió descartar la opción ya que, el objetivo principal era aplicarle "la menor cantidad" de procesos al material y buscar una aplicación estándar, dentro del mundo de los plásticos.

# B. Inyección

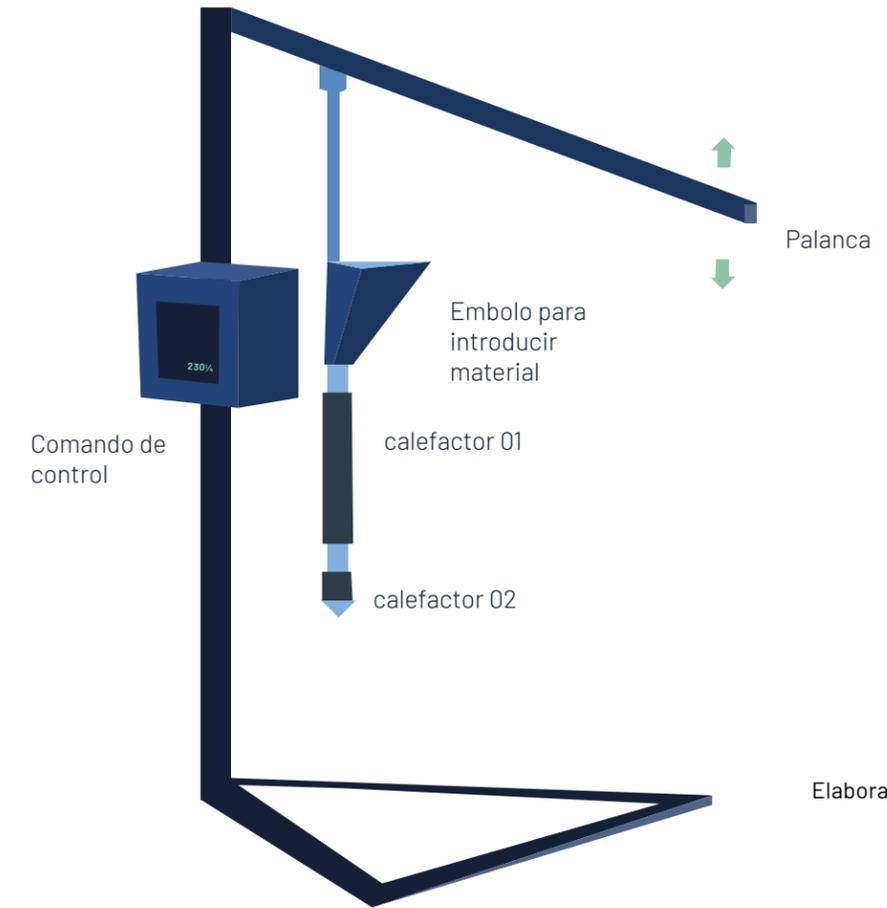
La inyección es un método que a través de la fusión del material este se inyecta en el molde tomando la forma, mediante calor y presión ejercida por la máquina. Sirve para fabricar elementos a una gran escala y grandes tamaños, reduciendo costos y a una mayor velocidad.

A pesar de ser verse como un proceso sencillo, para obtener buenos resultados el material tiene que estar en las mejores condiciones. Desde lo anterior, se decidió una vez homogenizada la mezcla, mandar a extruir el material en forma de pellet para obtener granos de tamaño uniforme y un mejor resultado. De esta forma se salta el paso de cortar manualmente el material y se obtiene una granulación correspondiente para ser aplicada dentro de este proceso.

Para realizar estas pruebas, se tenía el nivel de viscosidad (2,9 MPa) y la temperatura para tratar el material producido. Se contacto con Reciklas, para realizar las pruebas de inyección.

Reciklast tiene una maquina hecha por ellos con la fuente abierta de Precius Plastic, es de tamaño laboratorio para hacer pruebas. Contiene dos cámaras de calor, una que se extiende por todo el tubo y otra localizada en la boquilla de la inyectora. La presión se ejerce manualmente bajando la palanca. Además, tiene un centro de control donde se establecen las temperaturas.

Residuo Heterogéneo



- Figura 106.

Elaboración propia. Inyectora

Creación

## - Prueba 01

Se comenzó con una baja temperatura para luego ir aumentando esta. La cámara 01 se programó a 270° y la dos a 250°. Se le aplicó 50 gramos de material, tomando en cuenta que se iba a seguir trabajando y se esperó 5 minutos a que esta llegara a la temperatura establecida.

Los resultados obtenidos fueron prometedoras, buenos vértices, buena homogenización y fácil de hacer, sin embargo, la textura no quedó con buenas terminaciones, se notaba que el plástico estaba muy rígido y que requería de más temperatura. Esto quiere decir que, al introducir el plástico en la matriz este se enfía muy rápido y queda con una textura más rugosa.

## Datos 01

Temperatura

calefactor 01: 270 °  
calefactor 02: 250 °

Cantidad de material: 50 gr.

Tiempo: 5 minutos

## - Prueba 02

Desde lo anterior se aumentó la temperatura, en pocos grados para no dañar el material y se agregó más material. El primer calefactor aumento a 275° y el segundo a 255°.

Los resultados fueron más prolijos que el anterior, mejores terminaciones y con menos texturas. Se comprendió que el material puede ser trabajado a más temperaturas con el fin de quedar con mejores terminaciones. A pesar de que las texturas habían disminuido, se pensaba que esto podría seguir mejorando., de esta forma se siguió a la siguiente prueba.

## Datos 02

Temperatura

calefactor 01: 275 °  
calefactor 02: 255 °

Cantidad de material: 50 gr.

Tiempo: 5 minutos

## - Prueba 03

Para la tercera prueba se aumentó la temperatura del calefactor uno a 280°, cinco grados más que en la prueba anterior y el segundo calefactor se aumentó a 260°, diez grados más que el anterior. Esto se hizo ya que no se quería que el material se enfriara tanto al llegar al molde, para así lograr buenas terminaciones.

Los resultados obtenidos fueron mejores, sin embargo, la mejora no fue significativa con respecto a la prueba 03, por lo tanto, se establece esa temperatura para trabajar las siguientes formas.

## Datos 03

Temperatura

calefactor 01: 280 °  
calefactor 02: 260 °

Cantidad de material: 50 gr.

Tiempo: 5 minutos

## – Prueba 01



## Resultados

Vértice



Viscosidad



Textura Rugosa



## – Prueba 02



## Resultados

Vértice



Viscosidad



Textura Rugosa



## – Prueba 03



## Resultados

Vértice



Viscosidad



Textura Rugosa



## Residuo Heterogéneo

– Figura 107.

Resultados inyección.

## – Inyección con más detalles

A continuación, se quiso inyectar el material en moldes con formas más complejas, por lo que se quiso realizar mosquetones de escaladas. Este es una matriz que tiene cinco salidas diferentes a los cinco mosquetones. Durante la prueba fue difícil de hacer, hubo que ejercer mucha fuerza sobre la inyectora para que el material saliera, esto quiere decir que la rigidez del material no es apta para diseños con detalles, sino más bien para objetos compactos y rígidos.



– Figura 108. Revisión de la viscosidad del material, a medida que se sube la temperatura de la inyectora.

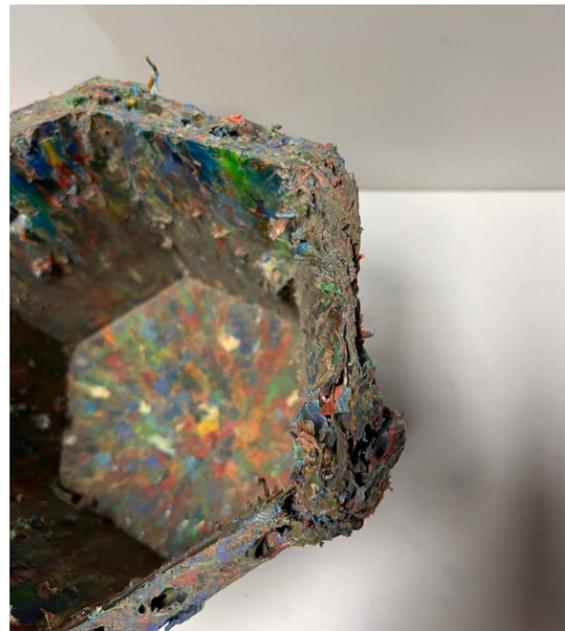


– Figura 109. Resultado fallidos de los mosquetones, muchos detalles y salidas de la matriz.

## Creación

### – Inyección con más detalles

Desde lo anterior se inyecta en un vaso hexagonal, esta prueba se hizo como modo de comparación, ya que el semestre anterior se había realizado una prueba similar, pero solo integrando diferentes tipos de plásticos, sin la homogenización realizada durante el proceso de título. El resultado de esta prueba fue muy malo, poco homogéneo, vértices muy dispares, mucha burbuja, el material quemado en ciertas zonas. En comparación con el de este semestre se puede ver mucho más uniforme, con buenas terminaciones y acabados, los vértices son prolijos y tiene un aspecto mucho más delicado.



Material sin homogenizar (solo mezcla de plásticos).

#### Resultados

Calidad



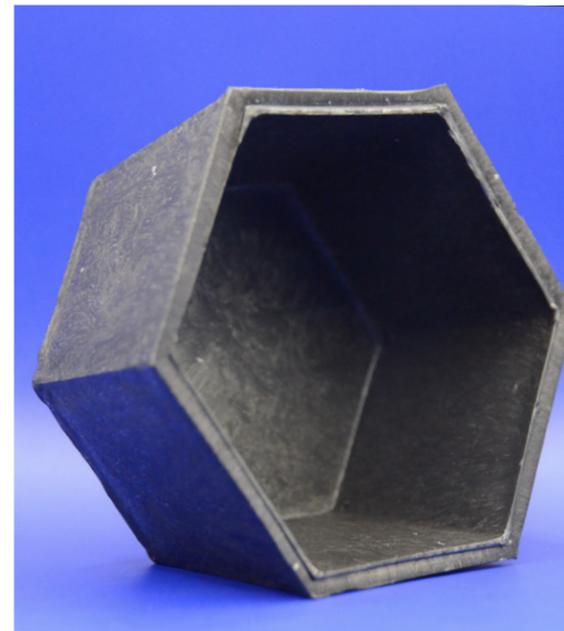
Grietas



Vértice



### Residuo Heterogéneo



Material homogéneo.

#### Resultados

Calidad



Grietas



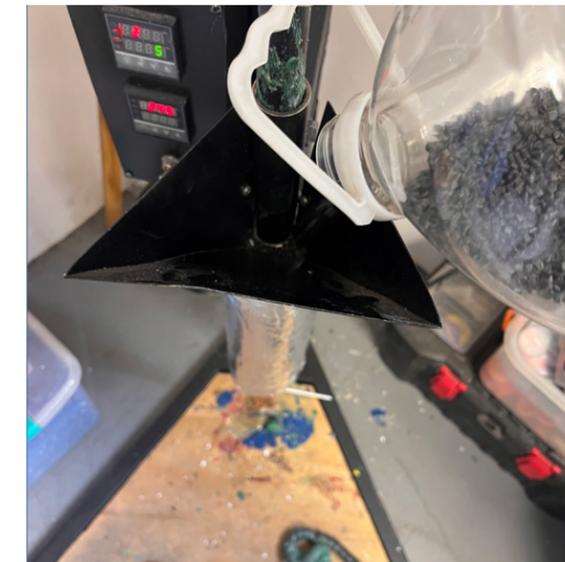
Vértice



### Creación



– Figura 111.



– Figura 112.



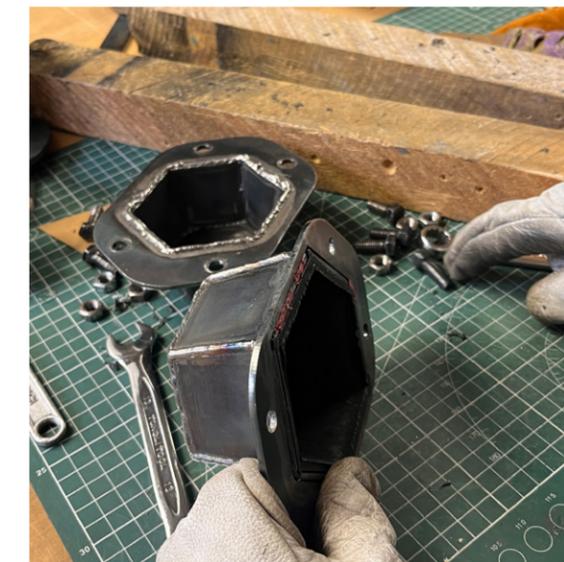
– Figura 113.



– Figura 114.



– Figura 115.



– Figura 116.

## C. Compresión

Este es un método de modelado, en donde se calientan las placas fundiendo el plástico. El molde se cierra y mediante presión y calor el material toma la forma de este. Durante la experimentación se utilizó este método, por lo que se sabía que iba a funcionar.

Las planchas hechas de plástico reciclado sirven para muchos diseños. Esta te permite hacer diseños modulares los cuales se pueden hacer una infinidad de productos, gracias a la versatilidad, la ligereza, su rigidez o flexibilidad de este formato. Las terminaciones realizadas en el laboratorio daban paso a tener planchas de buena calidad y con buenas terminaciones, en donde se pueden aplicar para un sinfín de productos en el contexto planteado.

### Residuo Heterogéneo

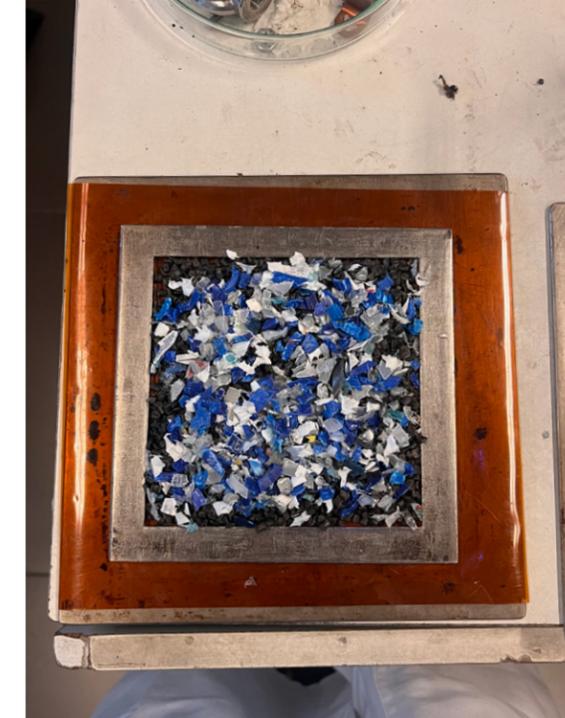
	Función
Color	Manipular cualidades sensoriales
Grosor	Manipular cualidades sensoriales
Textura	Manipular cualidades sensoriales

### – Color

Ya se sabía que funcionaba sin embargo es hora de manipular las cualidades sensoriales, esto se logra a través de aplicarle diferentes tratamientos a la superficie, formas y experimentaciones con la fabricación. Desde lo anterior se decidió realizar pruebas integrándole color para darle un estética y apariencia diferente, haciéndolo más atractivo y diversificándolo.

El color se saco del mismo residuo triturado y separado

Para aplicarle el color se le hizo de dos formas distintas. En primer lugar se aplico el color sobre el material y la segunda se aplico el color mezclado con el material homogenizado.



Forma 1, se realiza una montaña con el residuo heterogéneo y luego se aplica el color, proveniente del mismo residuo.



Forma 2, el color se mezcla con el residuo heterogéneo dándole uniformidad a la muestra.

Los resultados de este método fueron mucho mas uniforme y agradables.

### Creación



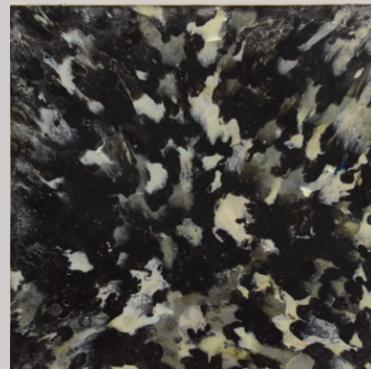
Forma 1, se realiza una montaña con el residuo heterogéneo.



Forma 1, se realiza una montaña con el residuo heterogéneo.



Forma 2, el color se mezcla con el residuo heterogéneo.



Forma 2, el color se mezcla con el residuo heterogéneo.



Forma 2, el color se mezcla con el residuo heterogéneo.



Forma 2, el color se mezcla con el residuo heterogéneo.

#### – Grosor

Además, se realizó prueba de grosor. Se hizo una plancha de 200x200 mm y 250 mm de ancho. Esta plancha demora 40 minutos en fundirse a una temperatura de 240 grados. Una vez fundido se dejó enfriar por quince minutos. El resultado fue un cuadrado macizo y compacto. El grosor de la esquina difiere por pocos milímetros entre sí. Sin embargo, en el centro se ahueca, lo que provocó que el resultado no fuera preciso. Esto se debe a la falta de material y tiempo dentro de la prensa.

Las placas de 120x120 mm y 40mm de ancho quedan con terminaciones buenas y se espera seguir iterando para lograr este mismo oficio en todas las placas. Al averiguar con Flux, estas tienen el mismo problema, sus planchas de grandes tamaños no logran ser parejas. Desde lo anterior se plantea bajarles el espesor a las planchas y utilizarlas como recubrimientos.



La muestra de 40 mm de ancho entrega buenos resultados, no hay giretas, ni burbujas, ni cambios de espesor. Sirven como revestimiento de cualquier tipo de mobiliaria e incluso para algunos productos con detalles más delgados.



El espesor en exceso requiere de más precisión, además se concluye que es mejor realizarlo en un horno de compresión, ya que reparte el calor más uniforme que en la prensa, de esta forma se evitan los cambios de grosor y el calor se expande mejor. Las giretas en algo tan compacto y ancho, no son un índice negativo (mientras no sean en exceso no profundas). Por lo tanto, el material sigue siendo rígido, pero con peores terminaciones, lo que se debe iterar para mejorarlo.



Se calcularon 600 gramos de material.

#### Datos

-Residuo incorporado: 600 gr. de residuo heterogéneo

-Dimensiones placa: 200 x 200 mm.

-Espesor: 20 mm



Se introdujo el molde en la prensa de calor, esta se programó a 230º grados. Estuvo durante 30 minutos fundiéndose y se dejó enfriar en 20 minutos.

#### Resultados

Grietas



Prolijidad



Se midió el grosor de toda la placa, calculando todas las esquinas para ver si estaba regular. Los resultados:

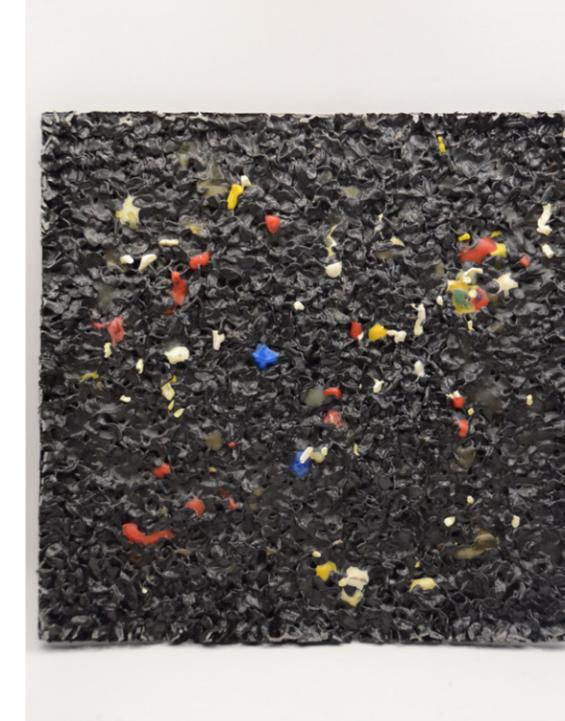


#### Residuo Heterogéneo

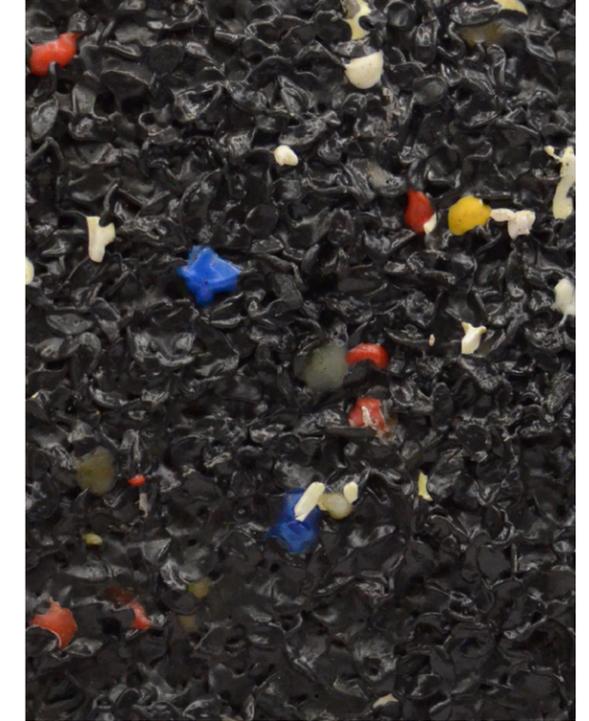
#### Creación

#### - Textura

Por último, también se quiso aplicarle textura. Siempre se había trabajado con texturas lisas, que le aumenta la sensación de pureza y sofisticación del material. Esta vez se hizo algo más rugoso y menos preciso para ver el acabado. Sin embargo no se llegó al resultado esperado, si bien la técnica le entrega una textura rugosa, la terminación pareciera no estar acabada. Los pellet se notan y parece un error de falta de temperatura.



- Figura 117.



- Figura 118.

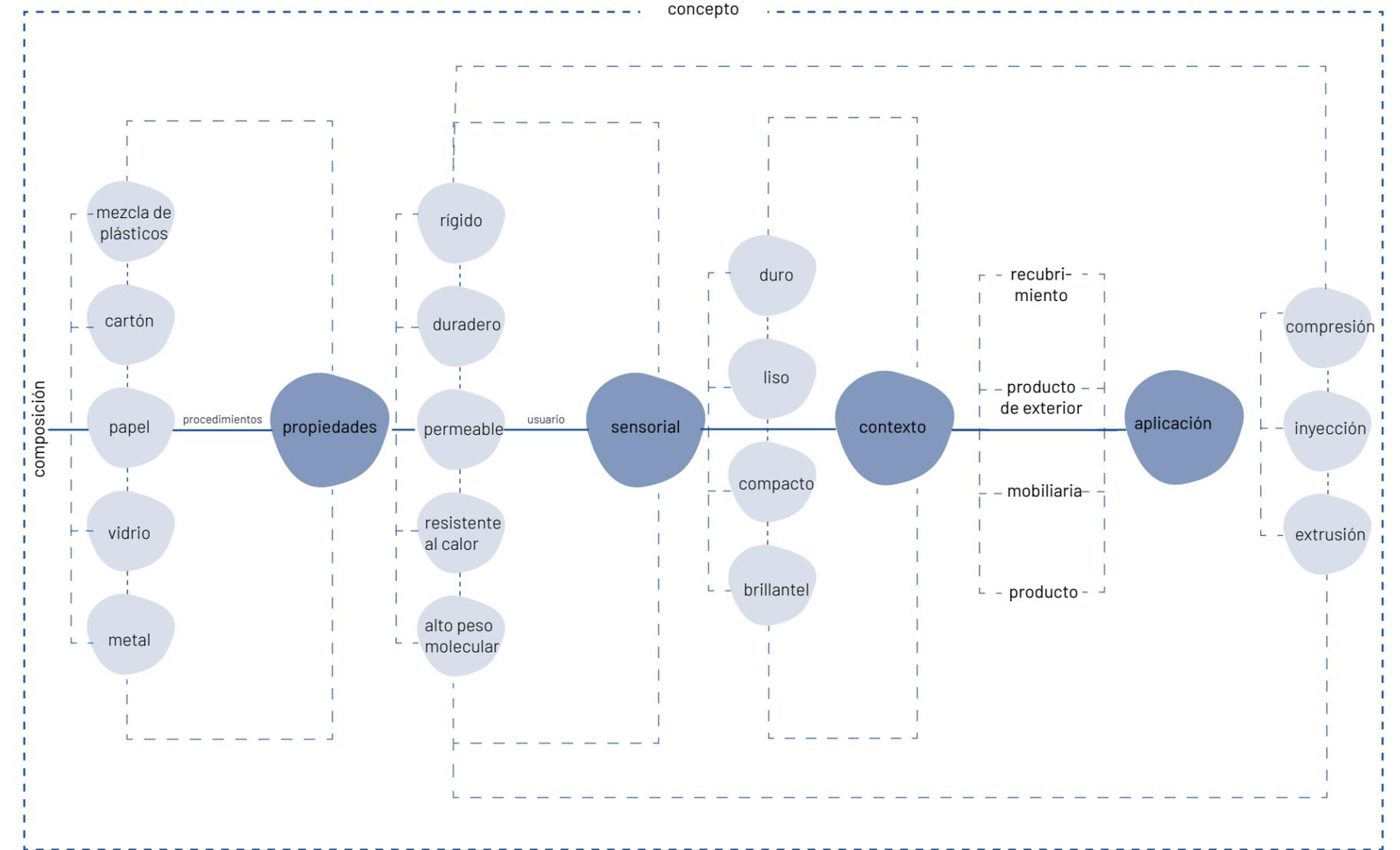
– Resumen aplicación

DESARROLLO

140

	Función	Proceso	Objetivo	Resultado	Proyecciones
Color	Manipular cualidades sensoriales	Extracción de color	Qué aplicación darle para tener mas color	Funciona	Expandir la gama cromática
Grosor	Manipular cualidades sensoriales	Placa de mayor grosor	Apliar la gama de aplicación	Se debe experimentar mas para lograr mejores resultados	Volver a iterar con mas grosor
Textura	Manipular cualidades sensoriales	Evitar la compresión completa	Analizar la oportunidad de contextualizar de otro modo	Medio	fin.

# Conclusiones y cruce



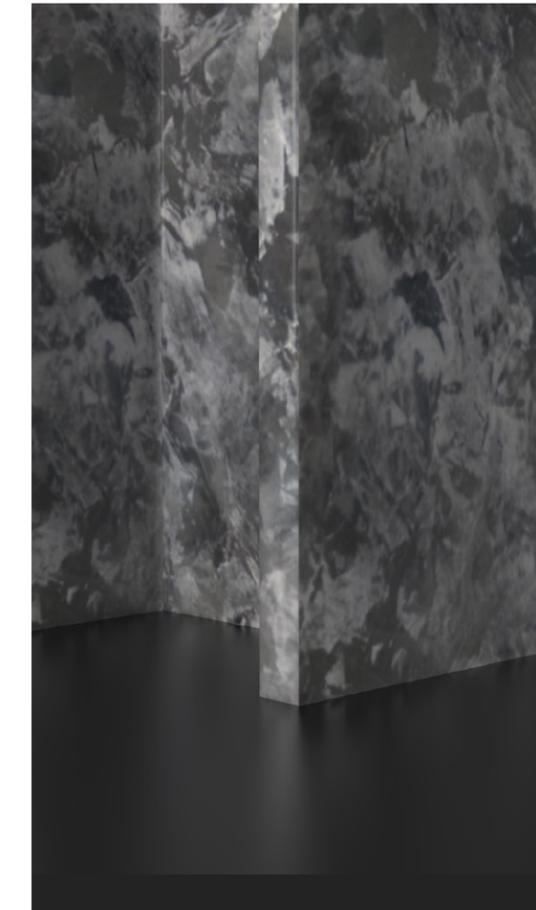
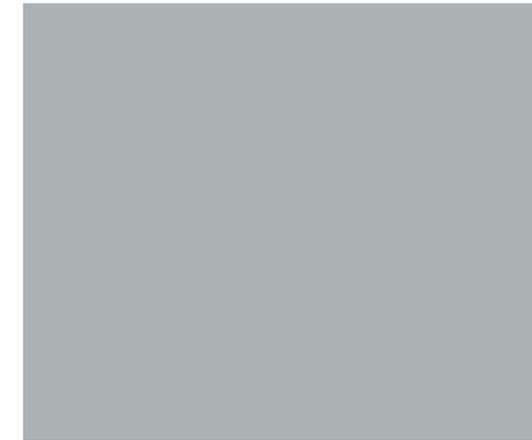
141

– Figura 119. Cruce de información

# Concepto

A partir del recorrido hasta ahora, es decir, descubrir las propiedades del material, caracterizarlo, la dimensión sensitiva y emocional, sus diferentes aplicaciones y manipulaciones, se puede generar un concepto que aborde todo esto, llevándolo a insertarse en el mundo de los materiales, la sustentabilidad y la economía circular. En base a esto nace el concepto:

*5 Prima es un material plástico sostenible y versátil que, combina las propiedades de rigidez, durabilidad, permeabilidad y alto peso molecular. Su apariencia compacta, superficie lisa, buenos acabados, brillo y resistencia lo convierten en una elección atractiva y confiable para una amplia gama de productos de exterior. Optar por este material te brinda la seguridad de un producto duradero, que no se desgata ni deteriora con el tiempo o fatigas ambientales.*



Fuente: Tumblr, 2023



Fuente: Studio Pesi, 2019



145

Esta familia de productos son renders prehechos en donde se le aplicó el material sobre los objetos.

Fuente 01: Tumblr, 2023  
Fuente 02: Studio Pesi, 2019

## Conclusiones

A lo largo del proyecto, se logró un gran avance en la revalorización de este material mediante el descubrimiento de un método estandarizado que homogeneiza la mezcla sin requerir un proceso tedioso o complejo. Responde al déficit existente sobre la clasificación manual de los residuos, logrando reciclar sin la necesidad de separación.

Posteriormente, se caracterizó el material, realizando pruebas específicas para descubrir las propiedades de este nuevo plástico. Junto con esto se analizaron las propiedades sensitivas y emocionales, donde el usuario y los expertos en materiales y plásticos, pudieron interactuar con el material, explorarlo sensitivamente y categorizarlo. Estos resultados permitieron contextualizar el material y seleccionar diversos productos que podrían crearse con él.

La última etapa consistió en encontrar la aplicación del material en procesos comunes como extrusión, inyección o compresión, lo que dio lugar a diferentes formatos como pellets, planchas o filamentos. Las distintas aplicaciones y modificaciones del material brindan fortalecer las distintas posibilidades que se le pueden dar. Esto tiene como objetivo manipular las cualidades sensoriales del material y la percepción que da su apariencia, logrando producir, en un futuro, a escala la familia de productos.

Hoy en día esta investigación y desarrollo del material, se le entregó a Juan Pablo Vargas, presidente de ONG-E y asesor en temas de Sustentabilidad, quién se dedica a ayudar a empresas a valorizar sus residuos. Con el objetivo de integrarme a su equipo y realizar a escala el proyecto.



a laboratory for  
art, design +  
sustainability

October 28-29th, 2023

Submission deadline: August 4th  
Notification of Acceptance:  
August 21st

Our 9th annual Civic Art Lab considers creative interventions in the management of waste, chemicals and hazardous materials, and water. Urbanization, population growth, and climate change have led to challenges with solid and hazardous waste generation and disposal, and has put stress on water resources. This year's lab investigates the ways that designers, artists, creative technologists, policy makers, activists, and educators are working to deal with these impacts and what projects are being undertaken to mitigate these risks.

Submit your proposal:  
[greenspacenyc.org](https://www.greenspacenyc.org)

### – Postulación Civic Art Lab

Se postulo el proyecto a Civic Art Lab, quienes realizan intervenciones creativas todos los años. El noveno laboratorio convoca a proyecto de gestión de residuos, eliminación de residuos sólidos, productos químicos y materiales peligrosos. Realizan un llamado para hacer frente a los impactos medio ambientales que se estarán produciendo debido a la producción en escala masiva. "El laboratorio de este año investiga las formas en que diseñadores, artistas, tecnólogos creativos, responsables políticos, activistas y educadores trabajan para hacer frente a estos impactos y qué proyectos se están llevando a cabo para mitigar estos riesgos." (greenspacenyc, 2023) Uno de los temas que abordan en la revalorización de residuos no reciclables, como se considera mi material. Se hizo una postulación, la cual aún se está en preparación y el plazo es hasta el 4 de agosto.

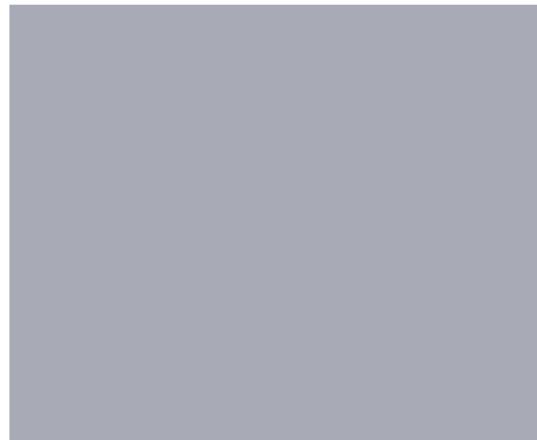
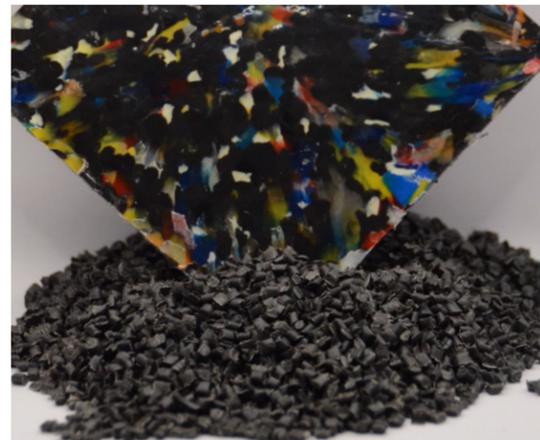
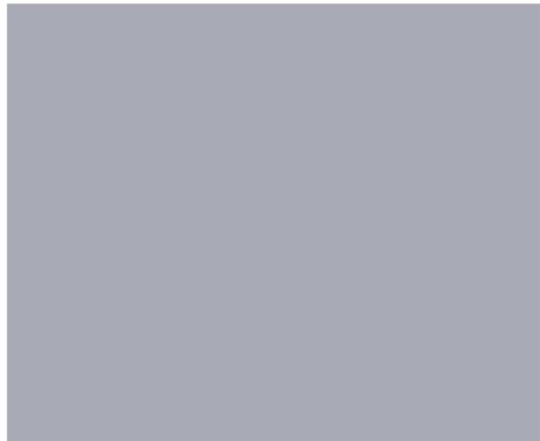
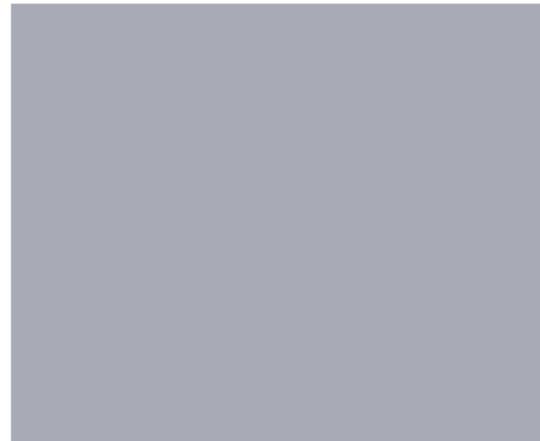
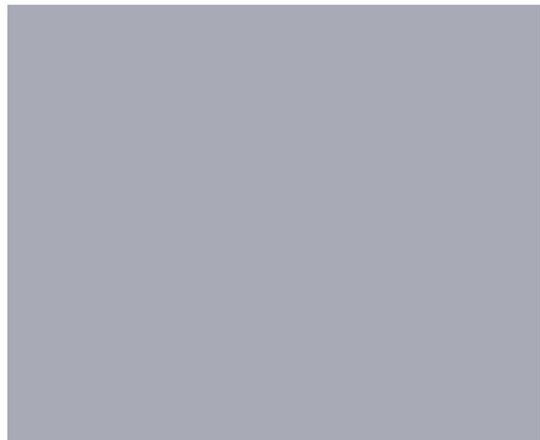
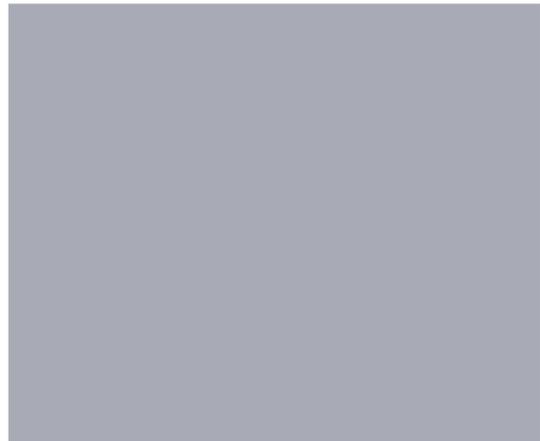
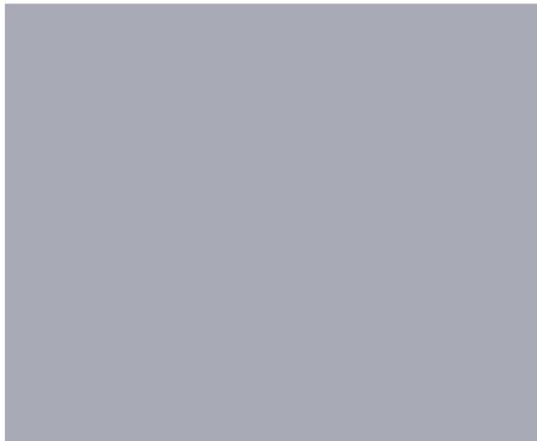
El objetivo de esta postulación es involucrarse en el mundo del diseño e investigación, conocer proyectos relacionados y seguir con este material, hasta escalarlo.

04



# PROYECTO

- Plan de marketing
- Plan de negocio
- Canvas



# 1. Plan de marketing

## – Naming

Para definir el nombre de la nueva materialidad, se tomó su composición y escancia como elementos centrales: una combinación de cinco materias primas esenciales en estado de residuo: plástico, cartón, papel, vidrio y metal. El resultado de esta mezcla une las cualidades inherentes de sus materias primas originales: la durabilidad, resistencia y versatilidad del plástico, el cartón, el papel, el vidrio y el metal, resultando en una combinación poderosa y sostenible. Centrada en crear productos con un ciclo de vida más extenso y con una menor huella de carbono involucrada. Así nace **"5prima."** Un avance revolucionario en el mundo de los materiales

El número "5" en 5Primas representa la cantidad de materias primas que conforman esta mezcla única. Y la palabra "Primas" simboliza tanto el origen de esta composición como su proyección hacia el futuro, dado que el nuevo material se convierte en el componente principal en la fabricación de productos de consumo. Cada producto fabricado con 5Primas contribuye a reducir la cantidad de desechos y a promover una economía circular, impulsando un cambio significativo hacia un mundo más sostenible y consciente.

## Residuo Heterogéneo

## – Desarrollo de la marca

Para el desarrollo de la marca, se incorporó un logo, con un símbolo o elemento usado para identificar la marca. El Naming se incorpora el número 5 en referencia a las materias primas encontradas dentro de este residuo, por lo tanto, se decide destacar cierta parte del logo como medio identificador de la marca. Además, se le incorpora una bajada que haga alusión al origen del producto.



## – Tipografías

La tipografía escogida para el logotipo 5prima es Biome W04 Narrow, una tipografía bold para intensificar la rigidez y lo duradero que tiene el material, transmitirla a través de su marca y en sus mayúsculas. Esta tiene terminaciones curvas para bajarle la intensidad. Respecto a la bajada, la tipografía utilizada es Barlow Regular, una tipografía más liviana con una separación para darle aire al logo y el correcto enfoque. .

### Biome W04 Narrow

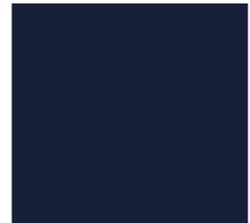
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ  
 abcdefghijklmñopqrst 1234567890

### Barlow Regular

ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ  
 abcdefghijklmñopqrst 1234567890

– Desarrollo gráfico

154



18203a

C: 100%  
M: 88%  
Y: 44%  
K: 55%

R: 24  
G: 52  
B: 58



1d4c8e

C: 96%  
M: 73%  
Y: 13%  
K: 2%

R: 29  
G: 76  
B: 142



ffffff

C: 0%  
M: 0%  
Y: 0%  
K: 0%

R: 255  
G: 255  
B: 255

Isotipo



Isotipo



plástico sustentable



plástico sustentable

– Packaging

Se espera llegar a una producción industrial, por lo tanto, se quiere vender el producto es maxisacos. Sacos industriales, también conocido como big bags, contruidos a partir de cintas de polipropileno de alta, tejidos. Son capaces de transportar y almacenar diversos tipos de materiales, resistentes y duraderos. Pueden llegar a cargar desde 300 a 3.000kg. Tienen una apertura en la parte superior del maxisaco con el objetivo de descargar y cargar estos con el material.

Se plantea una aplicación de marca sobre este packaging para identificar el contenido, entregando informacion sobre lo que contiene, en especial ya que los consumidores de esta industria manejan más de un tipo de material. De esta forma pueden mantener la seguridad y regirse en base a las normas especializadas del material. Y, por último, como método de identificación de la marca, incluir el logotipo se promueve la identidad de la marca y se visibiliza la empresa.



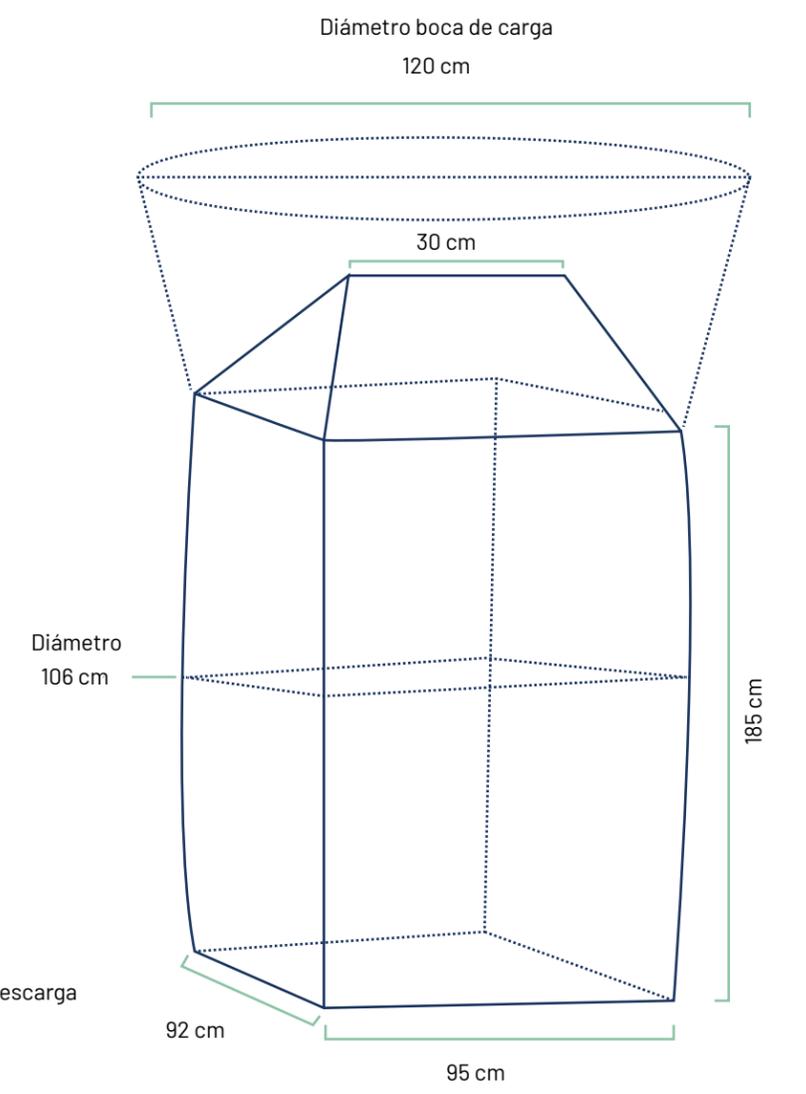
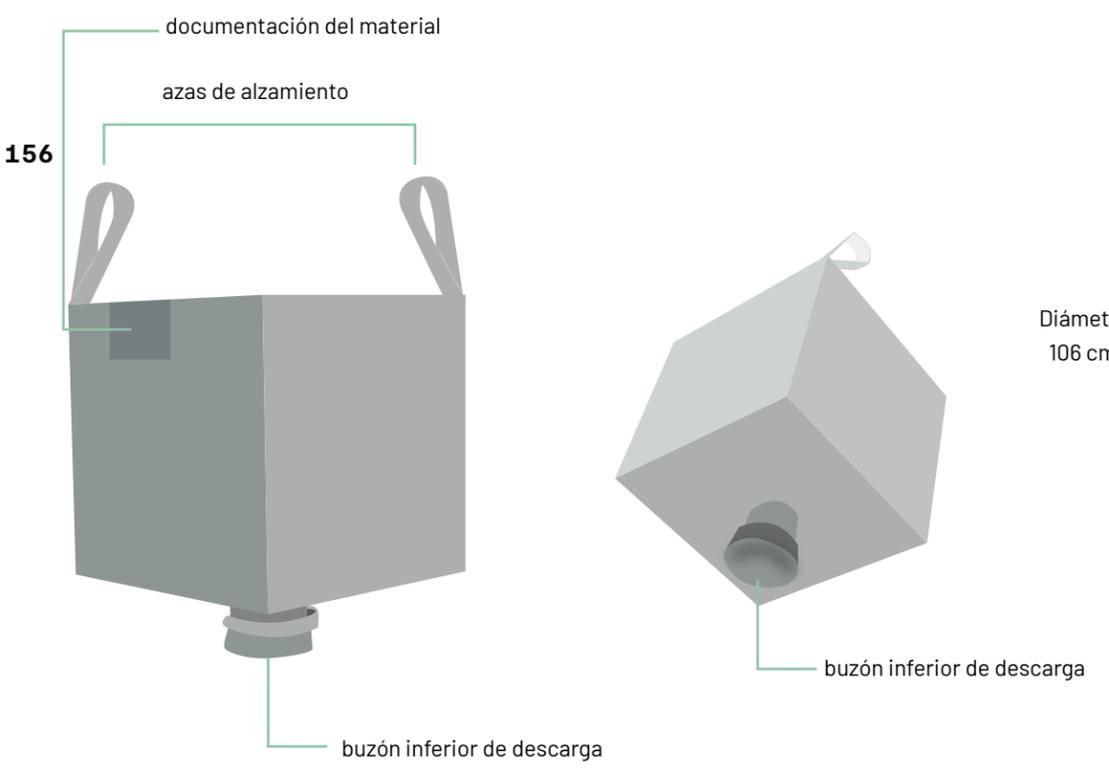
– Figura 120. Packaging

155

Residuo Heterogéneo

– Planimetrías

Planimetrías de los maxisacos, sus vistas y atributos.



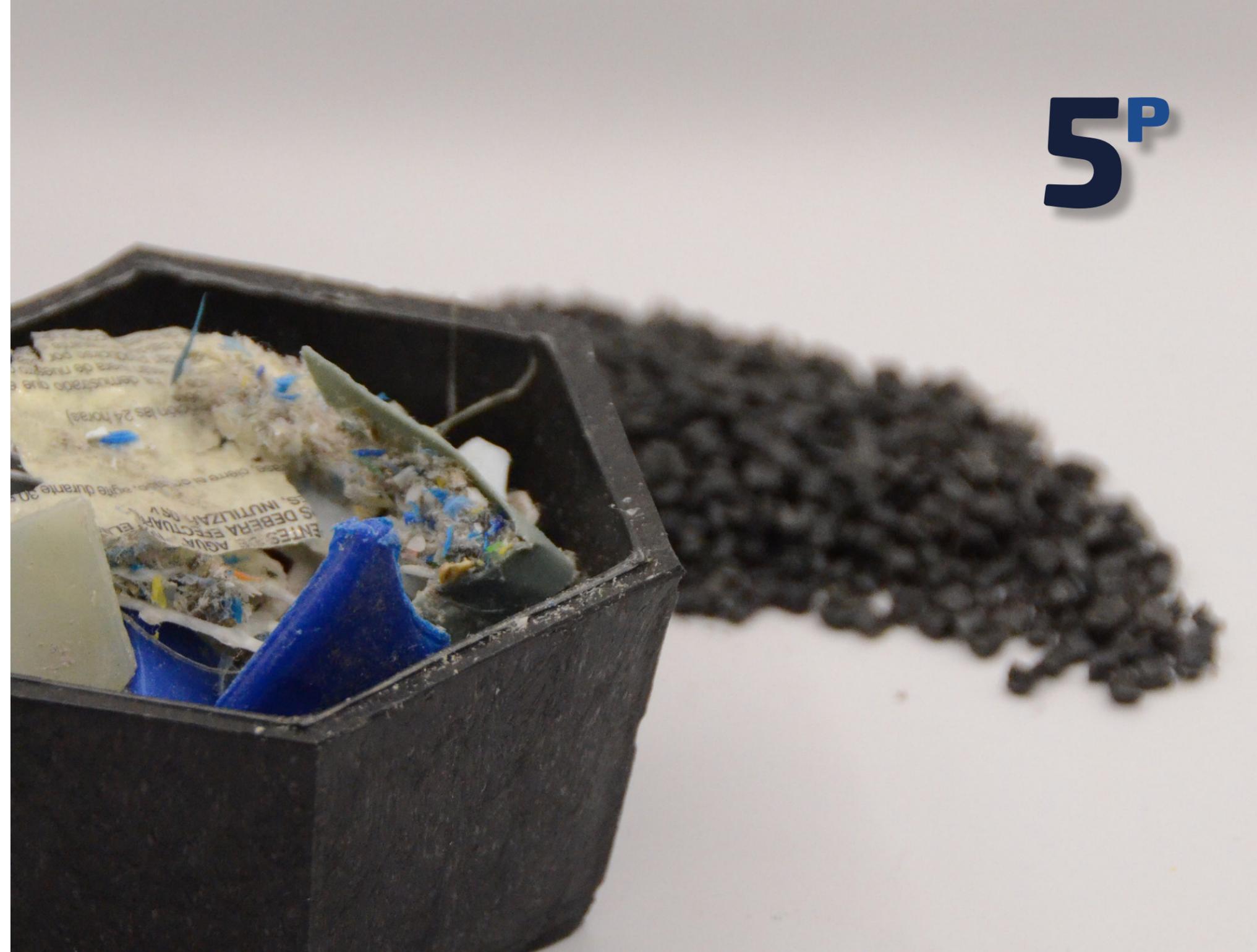
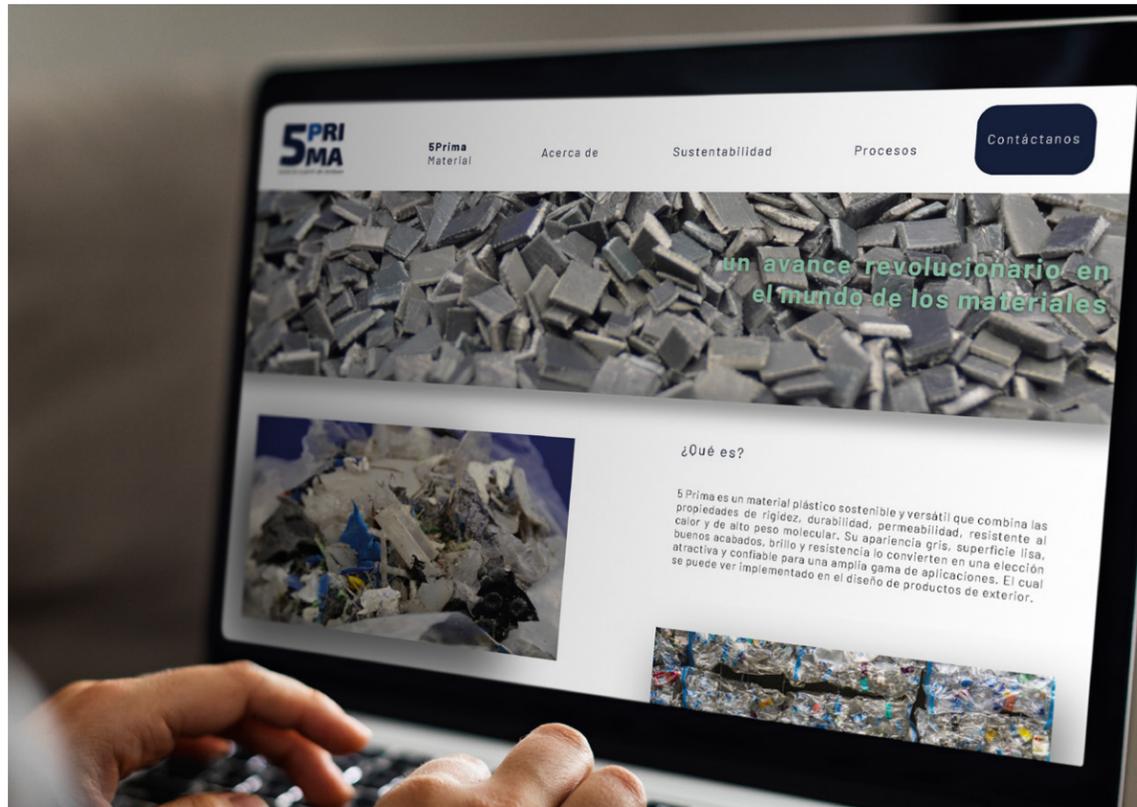
– Documentación del Packaging



– Figura 121. Documentación packaging

### – Plataforma digital

Se optó por utilizar una página web como medio de comunicación, para generar una mayor cercanía con el usuario, darle a conocer el impacto que genera la valorización de este residuo y llegar a más gente. Además de incentivar la utilización de los materiales reciclados en vez de materias primas finitas. También se le quiere dar un valor especial al plástico y su versatilidad.



## 2. Proceso de producción en serie

### – Propuesta escala

Se le propone a la empresa Greenplast, proveedora del residuo, eliminar el costo de pagar por el retiro de este desecho a empresas distribuidoras, que ese pago sea en beneficio a este proyecto.

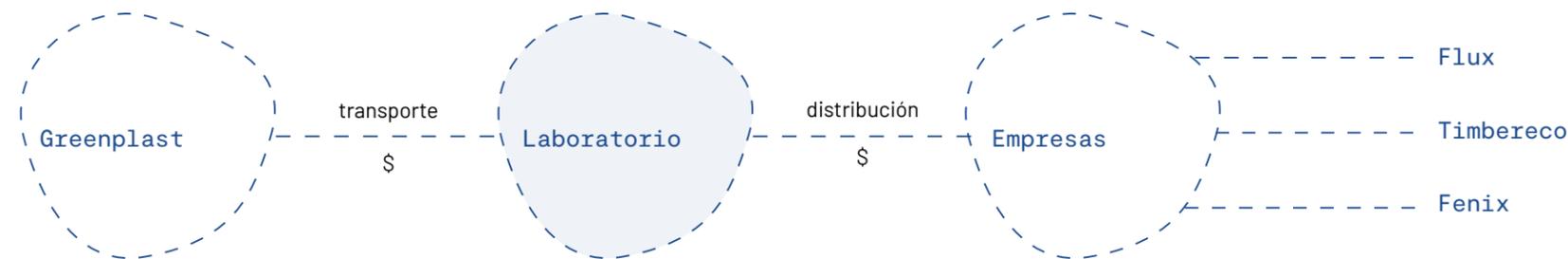
En cuanto a los beneficios para la empresa, esta podría revalorizar su residuo y aumentar sus ingresos integrando este material a sus ventas. Además, aumenta su criterio de ESG (Environmental, Social and Governance). Es el índice que mide en un negocio, la capacidad de actuar de manera sostenible ante los factores de: Las gobernanzas, Lo social y ambiental. Este último está enfocado a las prácticas de una empresa relacionadas con la conservación y el desempeño ambiental en áreas como el agua, la contaminación del aire y la gestión de residuos (nu, 2021).

A pesar de que Greenplast es una empresa recicladora, aún no se hace cargo de las 7 toneladas mensuales de residuo que genera, por lo tanto, la implementación del proceso productivo para revalorizarlo les traería muchos beneficios.



## 3. Implementación

### – Costos directos



El gasto de hoy en día es un costo variable correspondiente al traslado. Esto se debe a que el material me lo entregan gratis y hasta el día de hoy, producirlo en un laboratorio también es gratis. Sin embargo, el laboratorio se considera como cuello de botella, esto quiere decir que es una etapa que estanca mi procesamiento, ya que me permite hacer solamente 2 kilos al día, lo que me sale muy ineficiente y poco productivo. Por lo tanto, seguir así no es rentable.

Costos directos de producción	
Materia Prima	0.0 \$
Transporte (Greenplas-Lab.)	1.700 \$
Procesamientos	0.0 \$
Distribución a empresas	1.000 \$
<b>Total 2 kilos</b>	<b>2.700 \$</b>

– Método escala

Para sacar la escala del proyecto se plantea partir con una “mini” empresa recicladora de este residuo. Los costos se asumen utilizando solo los residuos generados por Greenplas, y se espera que al pasar del tiempo se sumarán mas empresas.

La inversión de este caáculo, se coisideraron máquinas que trabajan 30 kilos por hora. Ya que con el residuo que se obtiene no es necesario tener máquinas de alto rendimineto.

Residuo Heterogéneo

– Escala

Inversión

Máquina homogenizadora	4.400.000 \$
Secadora industrial	4.000.000 \$
Total inversión	8.400.000 \$
Capacidad de producción	40 kg/hrs.
Produccion mensual	24.192 kg/mes

Costos Fijos

Operarios	800.000 \$
Nº personas por turno	2
Marketing	1.200.000 \$
Encargado de proyecto	1.600.000 \$
Arriendo	600.000 \$
Costos total	6.404.167 \$

Producción

Turno	8 horas
Nº Turnos diarios	3 turnos
Nº Días a la semana	6 días
Nº Semanas al mes	4.2 semanas
Producción máxima	604.8 horas al mes
Producción mensual	24.192 kg/mes.

Costos Variables

Energía / agua	6% de la venta
Suministros (aceite)	5% de la venta
Transporte	5% de la venta
Packaging	1.2 pesos kg.
Costo total	16%

## Residuo Heterogéneo

### – Costos finales

Producción inicial al mes: 24.192 kg/mes

PROYECTO

164

Ingresos	Unidad	Primer mes	Octavo mes
Precio Venta	400 \$ por kilo	6.000.000 \$	6.000.000 \$
Precio por retiro del residuo	200 \$ por kilo	3.000.000 \$	3.000.000 \$
<b>Total ingresos</b>	<b>600 \$ por kilo</b>	<b>9.000.000 \$</b>	<b>9.000.000 \$</b>
Total costos fijos	40 kg/hrs.	6.404.167 \$	6.404.167 \$
Total costos variable	4.000.000 \$	1.458.000 \$	1.458.000 \$
Pago inversión mensual	8.400.000 \$	666.667 \$	00000000 \$
<b>Total ingresos</b>	<b>40 kg/hrs.</b>	<b>1.137.833 \$</b>	<b>1.137.833 \$</b>
<b>Total menos pago inversión</b>	<b>24.192 kg/mes</b>	<b>771.167 \$</b>	<b>-</b>

## 4. Modelo de negocios

### – Modelo Canva

El desarrollo de negocios para las primeras proyecciones del proyecto, se basaron en el libro Business Model Generation. (Osterwalder, 2010)

Socios Claves	Actividades claves	Propuesta de valor	Relación con los clientes	Segmentación de clientes
Greenplast Distribución Brabender Empresas que hagan productos con la misma propuesta de valor que el proyecto, tales como Timbereco, Timberwood y Flux	Producción del material Distribución Posicionar el producto en diversos puntos de venta <b>Recursos Claves</b> Secado a presión Brabender	Eliminar el residuo de la industria del reciclaje del plástico. Revalorizándolo en un material que reduzca la huella de carbono, contribuya la economía circular, desvíe los desechos de los vertederos y que no sea producto de la explotación de las materias primas finitas de nuestro planeta.	Categorización del material, con sus propiedades y cualidades sensitivas. Página web con el proyecto, su proceso de revalorización <b>Canales</b> Página Web	Empresas enfocadas en la producción de productos de exterior mediante materiales reciclados. Tales como Flux, Fenix, Timbereco, Timberwood
<b>Estructura de costes</b> -Costos fijos de producción -Sueldo empelados -Distribución -Impuestos			<b>Fuentes de ingreso</b> Venta del material Página Web	

165

## 5. Fondos concursables

Se espera concursas a diferentes fondos que apoyen las acciones de fomento de la sustentabilidad, el cuidado al medio ambiente, la revalorización de residuos y todos los temas adyacentes a este proyecto. Con el fin de proporcionar una ayuda económica y metódica al proyecto.

### – FPR

Es un fondo que nace del Ministerio de Medio Ambiente, que apoya la ley REP. Busca financiar proyectos para prevenir la generación de residuos. Está enfocado en fomentar la reutilización, el reciclaje y la valorización. Este está enfocado en apoyar iniciativas propuestas por municipios o asociaciones a municipios. Por lo que se espera asociarse a la municipalidad de Lampa. Este tiene tres tipos de proyectos aptos para postular. El que se apunta es al "Joost Meijer, que busca sensibilizar a la ciudadanía y apoyar la gestión de residuos inorgánicos. Monto de 11.000.000.

### –PNRS

El programa Nacional de Residuos Sólidos tiene como propósito mejorar la salubridad y la calidad del ambiente. Con un enfoque en integrar sistemas integrales y sostenibles para una mayor eficiencia en la eliminación de residuos sólidos. fortalece iniciativas que apunten a sus proyecciones para fomentar la prevención o reducción de la generación de estos desechos. Se enfoca en la Reutilización, reciclaje y valorización.

### – JUMP

JUMP es un programa para la aceleración de negocios de la Universidad Católica. Se enfoca en promover negocios universitarios, con enfoques en problemas de perspectivas actuales que puedan ser llevados a negocios. Brindan un apoyo metodológico y financiero. Con el objetivo de formar nuevas generaciones emprendedoras en Chile.

### –Capital Abeja Emprende

Es un fondo De Sercotec, que promueve nuevos negocios, que respondan a problemáticas vigentes, liderados por mujeres. Visto como una oportunidad para que se integren en el mercado a través de la formalización. Cuentan con un plan de ayuda que incluye acciones de gestión de empresas para cumplir con los objetivos del proyecto, con el fin de implementar el proyecto de negocios.

### –VIU

Concurso de proyectos del programa Valorización de la Investigación en la Universidad. Tiene como objetivo fomentar la innovación y el emprendimiento universitario basado en la valorización de investigaciones. Promueve el desarrollo de empresas o negocios en base a investigaciones entregando recursos y un fondo de 32.000.000, de los cuales cierto porcentaje debe ser dirigido a algunas funciones del programa.

### –Capital Humano

La Corfo tiene un programa "capital humano para innovación foco en sostenibilidad, donde busca proyectos sean incentivados por la innovación, la investigación y el desarrollo, con la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de las empresas.

## Proyecciones

Este proyecto pone un énfasis en la mirada interdisciplinaria utilizando el diseño como herramienta central para innovar en soluciones eco sensibles. El objetivo es generar un cambio significativo, creando un impacto en el mundo de las materialidades y de los residuos. A través de una exhaustiva investigación del tema, se busca sensibilizar sobre la importancia de valorizar los desechos, transmitiendo este mensaje mediante el diseño y sus atributos característicos.

Como diseñadora, mi motivación radica en la búsqueda de un impacto positivo en el medio ambiente. En este sentido, mi rol es crear un material a partir de la mezcla de residuos, que antes era visto como no reciclable, sin embargo, a través de este proyecto se logra sistematizar el funcionamiento del reciclaje y obtener un proceso eficiente para la valorización de este desecho.

Se diseñó el plan de marketing, junto al naming y el desarrollo gráfico de la marca, como medio de estrategia de comunicación para sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de la valorización de los residuos y la utilización de estos nuevos materiales.

Uno de los pilares del proyecto 5Prima, es la disminución de la huella de carbono, sin embargo, a lo largo de este proyecto no se visibilizó cuál era el impacto. Sí bien se sabe que disminuye la huella de carbono, ya que no se requiere de la extracción de ninguna materia prima finita para la producción de este plástico.

Se espera poder calcular y enfocarse en que el uso de energías renovables, al igual que todos los sustratos utilizados durante en el proceso.

Se espera lograr escalar este proyecto y llegar a más empresas que produzcan este residuo como muchas recicladoras. Y también buscar socios interesados en la adopción de este nuevo material. Quienes trabajen en la producción de mobiliaria hecha de material reciclado

## Bibliografía

¿Dónde usamos los plásticos en el día a día? (2020, enero 23) National Geographic España. [https://www.nationalgeographic.com/es/mundo-ng/grandes-reportajes/donde-usamos-plasticos\\_12717](https://www.nationalgeographic.com/es/mundo-ng/grandes-reportajes/donde-usamos-plasticos_12717)

“Quienes somos”. Aquae Fundación. (s.f.) Aquae [https://www.fundacionaquae.org/la-fundacion/?gclid=Cj0KCQjwqs6IBhCxARIsAG8YcDhl-oNARKW-Q1iznHYODUdkAxIlPGap6T41YDmDEGshHu9BFCFqNZGsaAkcZEALw\\_wcB](https://www.fundacionaquae.org/la-fundacion/?gclid=Cj0KCQjwqs6IBhCxARIsAG8YcDhl-oNARKW-Q1iznHYODUdkAxIlPGap6T41YDmDEGshHu9BFCFqNZGsaAkcZEALw_wcB)

Acosta Fuentes, I. (2022). La aplicación del ecodiseño en el ejercicio profesional del diseño industrial. <http://mm1revista.azc.uam.mx>

Alves. (2023)Civic Arta Lab <https://greenspacenyc.org/>

Aouf, R. S., & Aouf, R. S. (2022, July 22). Bot lifejacket uses waste plastic bottles to prevent drownings. Dezeen. <https://www.dezeen.com/2022/07/20/bot-lifejacket-plastic-waste-prevent-drownings-design/>

BeHance. (2020) BeHance. [https://www.behance.net/gallery/87978049/Dumbo-collection?tracking\\_source=search\\_projects](https://www.behance.net/gallery/87978049/Dumbo-collection?tracking_source=search_projects)

Canale, G. (2015). Ecodiseño: materialoteca perfil ambiental y ciclo de vida de los materiales. Buenos Aires, Argentina, Editorial Nobuko. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecasuc/144322?page=183>.

CGR 2021. (2021.). <https://www.circularity-gap.world/>

Clasificación y tipos de plásticos (2018) Envaselina Blog. <https://www.ensavelina.com/blog/tipos-de-plastico-id7.htm>

COAT-19 | TOBIA ZAMBOTTI. (2020) TOBIAZAMBOTTI.COM. <https://www.tobiazambotti.com/coat-19>

Datos sobre la producción de plástico (s. f.) Greenpeace España. <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

El consumo sustentable se duplica en Chile y Latinoamérica durante la pandemia (2020, Julio). Mercado Libre - Noticias. <https://www.mercadolibre.cl/institucional/comunicamos/noticias/consumo-sustentable-pandemia-duplica-ventas-chile/>

Ellen Macarthur Foundation. (2017). The New Plastic Economy. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/TheNewPlasticEconomy>

Ellen Macarthur Foundation. (2017). The New Plastic Economy. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/TheNewPlasticEconomy>

Ernst U. von Weizsäcker, Amory B. Lovins y L. Hunter Lovins.(1998). Factor cuatro: Duplicar la riqueza, reducir a la mitad el uso de recursos: un informe para el Club de Roma, Earthscan.

Estado del medio ambiente. (s.f.) Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/>

Forite Tiles. (n.d.). <https://www.snohetta.com/projects/forite-tiles>

Fracassi, C. (2021) GuiltlessPlastic. <https://www.guiltlessplastic.com/editions/2023/prize/projects/letizia/>

Frearson, A., & Frearson, A. (2023, January 5). Bureau de Change creates architectural tiles using glass made from mussels. Dezeen. [https://www.dezeen.com/2022/05/19/thames-glass-tiles-mussels-bureau-de-change-lu-lu-harrison/?li\\_source=LI&li\\_medium=rhs\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2022/05/19/thames-glass-tiles-mussels-bureau-de-change-lu-lu-harrison/?li_source=LI&li_medium=rhs_block_1)

Generación y gestión de residuos (s.f.) Acciona: Sostenibilidad para todos. [https://www.sostenibilidad.com/medio-ambiente/generacion-gestion-residuos/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/medio-ambiente/generacion-gestion-residuos/?_adin=02021864894)

GreenPlast. (2020, 28 diciembre). ¿Cómo se recicla? <https://greenplast.cl/como-se-recicla/>

Karana, E., Rognoli, V., Barati, B. y Van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A method to design for materials experiences. [https://www.researchgate.net/Material\\_Driven\\_Design\\_MDD](https://www.researchgate.net/Material_Driven_Design_MDD)

Laboratorio de Polímeros (s.f.) Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile. <https://ingenieria.uchile.cl/investigacion/laboratorios/departamento-de-ingenieria-quimica-y-biotecnologia/laboratorio-de-polimeros>

## Residuo Heterogéneo

Lacy, & Rutqvist, J. (2015). Waste to wealth : the circular economy advantage. Palgrave Macmillan.

López Sepúlveda, Carlos Andrés (2020) "Tipos de reciclaje y separación en la fuente, como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario doña Juana en la ciudad de Bogotá". Monografía de investigación. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37256/calopezse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López Sepúlveda, Carlos Andrés (2020) "Tipos de reciclaje y separación en la fuente, como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario doña Juana en la ciudad de Bogotá". Monografía de investigación. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37256/calopezse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Montalvo Soberón, L. A. (2007). Plásticos industriales y su procesamiento. Buenos Aires, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecasuc/34450?page=5>.

Montalvo Soberón, L. A. (2007). Plásticos industriales y su procesamiento. Buenos Aires, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecasuc/34450?page=18>

Morris, A., & Morris, A. (2022, May 26). Polyformer is an open-source machine that recycles plastic bottles into 3D printing filament. Dezeen. [https://www.dezeen.com/2022/05/26/polyformer-reiten-cheng-recycling-machine-design/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2022/05/26/polyformer-reiten-cheng-recycling-machine-design/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

Ojeda, Juan Pablo (2019, septiembre 10) "Generación de residuos de plástico: la importancia de la prevención". Plataforma de Información para Políticas Públicas de la Universidad Nacional de Cuyo. <http://www.politicaspublicas.uncu.edu.ar/articulos/index/generacion-de-residuos-de-plastico-la-importancia-de-la-prevencion> Fecha de consulta: 16/07/2023)

Pacheco, Ronchettia, Eric Masanetb (2012) Resources, Conservation and Recycling

Pacto Chileno de los Plásticos (s.f.) Fundación Chile. <https://fch.cl/iniciativa/pacto-chileno-de-los-plasticos/>

Querney, H. (2009). El ecodiseño como propuesta para el futuro ecológico. Buenos Aires (Argentina), Argentina: El Cid Editor | apuntes. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecasuc/29463?page=4>.

Revestimientos de plástico reciclado | Plastico flux. (n.d.). Flux. <https://www.plasticoflux.cl/>

Sánchez, J. (2020, junio 8). "Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican." [ecologiaverde.com. https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html](https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html)

STAP. 2018. Plásticos y economía circular. Panel Asesor Científico y Técnico del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Washington DC.

Suchocki, D. (2020). GuiltlessPlastic. <https://www.guiltlessplastic.com/editions/2021/prize/projects/plastic-will-be-new-gold/>

TOTEMO PLASTIC | TOTEMO. (n.d.). TOTEMO. <https://www.totemo.eu/totemo-plastic>

Tratamiento de residuos (s.f.) Acteco - Gestión, tratamiento y reciclaje de residuos. <https://www.acteco.es/>

Unai Tamayo Orbegozo y Azucena Vicente Molina (s.f) GENERACIÓN DE VALOR MEDIANTE PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA, ECODISEÑO Y LOGÍSTICA INVERSA [https://Generacin\\_de\\_valor\\_mediante\\_prcticas](https://Generacin_de_valor_mediante_prcticas)

Usón, A. A., & Bribián, I. Z. (2010). Ecodiseño y análisis de ciclo de vida (Vol. 178). Universidad de Zaragoza.

Young's Modulus and Specific Stiffness-Property Information (s.f.) Materials. <http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/properties/non-IE/stiffness.html>

Young's Modulus: Modulus of Elasticity Units & Formula. (s.f.) Omnexus. <https://omnexus.specialchem.com/polymer-properties/properties/young-modulus>