

# PROPUESTA DE GESTIÓN RESPONSABLE

*y alternativas de reciclaje de residuos plásticos generados  
en la impresión 3D - Modelado por Deposición Fundida*

Trabajo de grado  
María Emilia Argimón y Ona Percibal

Escuela Universitaria Centro de Diseño  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de la República  
Año 2023

**Escuela Universitaria Centro de Diseño**

**Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - FADU**

**Universidad de la República - Udelar**

Montevideo, Uruguay

2023

**Trabajo de grado en Diseño Industrial:**

**Autoras:**

Bach. María Emilia Argimón

Bach. Ona Percibal

**Tutora:**

PhD. Rosita De Lisi



# Índice

## 01 INTRODUCCIÓN

Agradecimientos .....	05
Motivación .....	06
Resumen .....	07
Introducción.....	09
Planteamiento del problema .....	10
Objetivos .....	13
Metodología .....	14

## 02 MARCO TEÓRICO

El cambio de paradigma .....	18
Actualidad de los residuos plásticos en Uruguay .....	22
Conceptos relevantes de la temática .....	26
Antecedentes .....	28
Impresión 3D .....	41

## 03 RELEVAMIENTO DE DATOS

Recolección de datos .....	63
Análisis de datos .....	64

## 04 PROPUESTA

Herramientas para el desarrollo de un plan de gestión .....	75
Análisis de la situación actual de los residuos de impresión 3D .....	77
Alternativas de reciclaje .....	84
Plan de gestión .....	94

## 05 CONCLUSIONES

Conclusiones .....	131
Glosario .....	133
Bibliografía .....	135
Anexo .....	139

# 01

## INTRODUCCIÓN

1.1 Agradecimientos

1.2 Motivación

1.3 Resumen

1.4 Introducción / Planteamiento del problema

1.5 Objetivos

1.6 Metodología

## 1.1 AGRADECIMIENTOS

Dedicamos esta sección a todos los que dedicaron parte de su tiempo para ayudarnos brindándonos información, consejos y facilitándonos contactos para hacer posible nuestro trabajo final de grado.

Agradecemos especialmente a:

**Docente y Asesor:**

- PhD. Rosita de Lisi
- Lic.Di. Joaquín Vega

**Profesionales, Estudiantes y Expertos en el rubro:**

- Lic.Di. Nicolás Capricho
- Miguel de Sofía (Socio de Macrotec)
- Marcelo Berruti (Vacodir)
- Lic. María Isabel Noya
- Sofía Decuadra
- Fernando Puritas (Gerente NTH Argentina)
- Lumber Andrada (Co-fundador Uruplac)
- Francisco Voulminot (director Abito)

- Nicole Wyaux (Co-fundadora de PlasticoIn)
- Matías Lozano (Co-fundador de Tacho)
- Carlos Yosi (Taym)
- Fernando Kenis (Fundador de Kenistech)
- Maite Sosa y Paulo Pereyra (encargados de Fab Lab Fadu)

También un agradecimiento especial a nuestras familias y amigos que nos brindaron su apoyo a lo largo de este proceso. A todos los demás que de alguna forma u otra nos ayudaron, les agradecemos enormemente.

Los saludan cálidamente, María Emilia Argimón y Ona Percibal.

## 1.2 MOTIVACIÓN

Con el objetivo de obtener el título de Licenciatura en Diseño Industrial, este trabajo de grado surge de nuestro interés por explorar la creciente problemática de los residuos de impresión 3D en nuestro país. Desde el inicio de la carrera de diseño hemos ido tomando conciencia sobre la problemática ambiental y la reducción de materiales contaminantes y nocivos en la implementación de nuestros diseños. Por ello nos abocamos a buscar alguna solución desde el diseño, la cual mediante el interés propio y cuidado ambiental, la comunidad de impresión 3D pueda ser partícipe de dicha solución.

Conscientes de que se trata de un tema complejo y en constante evolución, pretendemos hacer nuestro aporte para colaborar en la búsqueda de soluciones. Se han presentado varios caminos a seguir, esperamos que sirvan como base para quienes estén interesados en profundizar en el tema.

## 1.3 RESUMEN

“La gestión de los desechos involucra, de manera integral a todos los actores de la sociedad. En efecto, cuando se aborda la problemática de la gestión de residuos, es muy acertado hablar de un conjunto de actores y de las distintas interrelaciones que se generan entre ellos, sistemas interrelacionados”. (Horta, R. y Horta, L., 2020, p.108).

La presente investigación tiene como finalidad contribuir a la mejora de las prácticas de la impresión 3D en la comunidad, para lograr disminuir la generación de desechos plásticos. Se pretende entonces, enfocar nuestra investigación en Montevideo y el panorama actual de los residuos plásticos generados a partir de la impresión 3D en nuestro país. Es un tema actual que nos interpela, visualizamos una amplia proyección a futuro de esta actividad, puesto que la fabricación aditiva está creciendo velozmente siendo su uso cada vez más habitual.

Según las encuestas y entrevistas que hemos realizado a usuarios y proveedores de la impresión 3D, identificamos que, existe en esta comunidad una creciente preocupación por los residuos que se generan (el 75,9% lo determinó como preocupación).

Además los usuarios también manifestaron estar dispuestos a colaborar y tomar iniciativa sobre dicha problemática. Un 43,8% de la población usuaria afirma estar dispuesto a clasificar sus residuos, cifra a la cual se le suma un 47,9% de usuarios que además de clasificar, estarían dispuestos a llevar este material residual a un punto de recolección. Por lo tanto, la disposición de la población usuaria a colaborar valida y ofrece una oportunidad de diseño sobre la creación de un sistema de gestión para estos residuos, que atienda a los requerimientos tanto de los usuarios como del medio ambiente.

Con el objetivo de documentar el estado del arte de la situación actual de los residuos que se generan en la impresión 3D en Uruguay, seleccionamos algunos expertos de diversos rubros que trabajan con la impresión 3D, de esta forma logramos alcanzar una perspectiva más amplia de la problemática. A través de distintos motivos, cada uno de ellos confirmó que la idea de gestionar los residuos de impresión 3D responde a una necesidad que comienza a incrementarse aceleradamente.

El presente proyecto, plantea una propuesta enfocada en desarrollar un plan de gestión responsable de estos residuos plásticos; como un instrumento de planificación estratégica.

Proponemos una metodología de gestión de residuos basada en la recolección, procesamiento, distribución y posterior valorización, para la cual analizamos distintas opciones sencillas de reciclaje para este tipo de plástico pre-consumo.

Mediante una sinergia entre los distintos actores del plan, entre los cuales se encuentran las empresas proveedoras y los centros educativos -como centros de acopio del material residual- a través de una logística organizada, es que se lograría una gestión completa de este tipo de residuos.

El Plan de Gestión está amparado en la ley de Gestión Integral de Residuos (Ley 19.829). Esta norma no contempla los residuos de impresión 3D, por lo que debido al incremento de esta actividad, la normativa debería extenderse contemplando este tipo de residuos bajo el artículo de Responsabilidad Extendida del Productor.

Buscamos reflexionar y conducir hacia un cambio en el paradigma, revalorizando los residuos y transformando los procesos de la economía lineal hacia una economía circular. Para lograr esto, es fundamental educar a los usuarios de impresión 3D sobre los efectos negativos del uso irresponsable de productos plásticos y fomentar una gestión adecuada de los mismos. Los usuarios de impresión 3D son los principales protagonistas y

responsables de esta actividad y de los impactos que genera. Por lo tanto, es necesario que participen activamente en el proceso para lograr una mejora significativa de esta problemática.

## 1.4 INTRODUCCIÓN

La fabricación aditiva o impresión 3D es un grupo de tecnologías de fabricación digital por adición, en el que un objeto tridimensional es creado a partir de un modelado 3D mediante la superposición de capas sucesivas de material, en contraposición de los métodos tradicionales de fabricación sustractiva.

El proceso de impresión 3D se creó en la década de 1980 y se conoció originalmente como “prototipado rápido”, permitiendo a las empresas desarrollar prototipos con mayor rapidez y precisión que con otros métodos. Actualmente, tras más de 30 años de innovación, la impresión 3D es una de las grandes tendencias en el terreno de lo tecnológico, debido a su versatilidad, grados de detalle, facilidad, personalización y rapidez en el prototipado; es utilizada y aplicada en diversas áreas como ser: diseño, salud, educación, entretenimiento, entre otras.

La impresión 3D es un grupo de diversas tecnologías aplicadas para la producción de objetos, las principales diferencias son cómo se construyen las capas del objeto a imprimir y los materiales utilizados. Dentro de estos procesos las tecnologías más conocidas son: Sinterizado Selectivo por Láser (SLS), Estereolitografía (SLA) y Modelado por Deposición Fundida (FDM). (Las dos primeras serán explicadas en el marco teórico).

El consumo de las impresoras 3D para el uso doméstico es cada vez más elevado, muchos de los usuarios de la denominada comúnmente como “comunidad maker de impresión 3D”, la utilizan como una herramienta con el fin de emprender un negocio unipersonal, así como otros la utilizan como un simple hobby. Actualmente, las impresoras más utilizadas, debido a su bajo coste, facilidad de uso y posibilidad de objetos para imprimir son las impresoras de tipo FDM (Modelado por Deposición Fundida).

La técnica de impresión 3D por deposición de filamento o FDM, consiste en la generación de un objeto en tres dimensiones a través de la extrusión de capas sucesivas de material filamentosos en estado plástico mediante una boquilla extrusora, esta boquilla se calienta hasta la temperatura deseada y posteriormente un motor impulsa el filamento a través de ella, provocando que el material se derrita. Uno de los mayores atractivos de esta técnica es la posibilidad de emplear diferentes materiales, entre los polímeros más utilizados en este método se encuentran los termoplásticos como el PLA (ácido poliláctico), ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), y PET (tereftalato de polietileno). Cada uno de los materiales filamentosos posee propiedades y características distintas, por lo tanto al momento de imprimir un objeto se deben tener en cuenta estos aspectos, saber en qué se diferencian y su utilidad para poder elegir el que mejor se adapte a las necesidades del objeto.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El nicho de impresión 3D está creciendo exponencialmente y por ende sus desechos también, según el experto alemán de cuestiones ambientales Christian Lölkes; afirma que entre el 5 y 10 por ciento de todos los productos de impresión 3D son desechos que terminan en la basura. De acuerdo con los datos que hemos analizado (encuesta usuarios de impresión) un usuario promedio en Montevideo genera aproximadamente un 14,05% de residuo en sus impresiones.

La contaminación por residuos plásticos es uno de los principales problemas ambientales de nuestro tiempo, su uso es un problema asociado a los nuevos modos de consumo. Dado que el problema del plástico sigue creciendo y es cada vez más alarmante, actualmente se están generando posibles soluciones y alternativas que reviertan la situación de los residuos plásticos. En la presente investigación nos enfocamos en una complejidad aún más específica que tienen este tipo de materiales, que son los utilizados en la impresión 3D de tipo Modelado por Deposición Fundida.

A pesar de que la impresión 3D es un método de fabricación aditiva, de igual manera en el proceso de fabricación de las piezas

ocurre el descarte de filamento y material sobrante, generado a partir de impresiones fallidas, uso de soportes de impresión, estructuras de adherencia, la bobina descartable en la cual se enrolla el filamento, entre otros. Al entrar en contacto con una serie de actores participantes de la red de la “comunidad maker de impresión 3D” de Montevideo; conformada por usuarios de impresión 3D y proveedores de filamento, observamos que la preocupación por la cantidad, falta de tratamientos y gestión de los residuos es común. En algunos casos, los usuarios deciden almacenar los residuos sin un fin específico, simplemente para no descartarlos y mezclarlos con los otros residuos. En otros casos, debido a limitaciones con el espacio y grandes cantidades de residuos generadas, estos residuos son tratados en conjunto con los otros residuos siendo desechados en los basureros barriales, de esta manera al mezclarlo con otros residuos se contamina y se elimina toda posibilidad de reciclaje de este material filamentosos pre consumo.

Si bien existen algunas alternativas de reciclaje para los residuos de impresión 3D, estas no pueden ser aplicadas de igual manera para todos los materiales. Para plásticos como el ABS, sí existen opciones de reciclaje en el mundo y en Uruguay, como por

ejemplo Fernando Kenis, quien fabrica filamento ABS reciclado a partir de impresiones fallidas y otros residuos del mismo plástico. Por el contrario, el PLA no puede ser reciclado de la misma manera debido a su composición; si así se quisiera, sería necesario utilizar un 75% de PLA virgen para alcanzar quizás un resultado deseado, resultando una opción no muy sustentable. Para materiales como el PLA, se han desarrollado alternativas a muy pequeña escala y de forma "casera" impulsadas por el interés personal de usuarios de la comunidad maker.

Es así que, teniendo en cuenta que el material de impresión principalmente utilizado en nuestra región es plástico, hemos identificado que la falta de una gestión responsable y diferenciada, además del correcto tratamiento de los residuos generados durante la actividad, contribuye también a la gran problemática de los residuos en la industria plástica.

---

<sup>1</sup> Ver Anexo pág 140 - planteamiento del problema - Herramienta DIY

## ESQUEMA INTRODUCTORIO DEL PROBLEMA



1

### Impresión 3D

Diseño y fabricación de objetos plásticos impresos en 3D



3

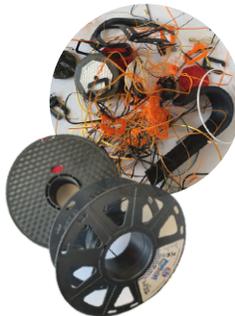
### Almacenamiento o descarte

En esta etapa del proceso se visibiliza principalmente la problemática detectada. Una parte de los usuarios de impresión almacenan sus residuos en bolsas y/o cajas sin un fin específico, simplemente por el hecho de no descartarlos y aumentar los desechos plásticos. Otra parte de estos los descartan a la basura, por no saber que poder hacer con ellos.

5

### Vertedero

Al desechar los residuos de impresión en los contenedores públicos, son tratados como residuos generales. Posteriormente, los servicios de recolección de residuos, depositan estos residuos plásticos en los grandes vertederos.



2

### Generación de residuos

En la impresión de objetos, se generan cantidades de excedentes plásticos filamentosos, los cuales son de diferente tamaño, peso y morfología. A su vez, se suman como residuo las bobinas en las que viene el filamento enrollado. Cuando se termina el filamento, las bobinas ya no tienen más utilidad. Las mismas son de dimensiones y volúmenes mayores que los residuos de filamento, y al ocupar más espacio, se terminan desechando.

4

### Deposición de residuos en contenedores barriales

Los usuarios depositan los residuos generados a partir de la actividad, en los contenedores de la vía pública. Esto produce que los plásticos de impresión terminen mezclándose con los residuos domiciliarios.



## 1.5 OBJETIVOS

### **OBJETIVO GENERAL:**

Generar aportes para promover la recuperación y el reciclaje de los desechos plásticos generados a partir de los procesos de impresión 3D del tipo Modelado por Deposición Fundida, aprovechando capacidades existentes en el país y educando sobre el correcto procesamiento de los mismos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Conocer los tipos de materiales y cantidades aproximadas usadas en Montevideo por los actores más relevantes vinculados a la impresión 3D.
- Definir y proponer una metodología de gestión de residuos de impresión 3D basada en la recolección, procesamiento y distribución, que permita un sistema de recuperación de estos residuos.
- Releva, describir y analizar alternativas existentes de reciclaje de los desechos plásticos de la impresión 3D, realizadas por integrantes de la comunidad del reciclaje; de este modo, atender de forma temprana una problemática que está en crecimiento exponencial.

## 1.6 METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado se centra en realizar una investigación de enfoque mixto, para obtener beneficios de ambos enfoques (cualitativo y cuantitativo). El alcance será exploratorio, debido a la poca indagación existente sobre la temática de residuos de impresión 3D en el territorio nacional, específicamente en el Departamento de Montevideo.

### **Etapas**

Para ello, utilizamos información de fuentes secundarias y primarias. Sobre las fuentes primarias, realizamos entrevistas a expertos en el rubro, formulamos y lanzamos una encuesta de alcance para conocer y entender a los usuarios de impresión 3D. Respecto a las secundarias, nos basamos en informes, documentos del gobierno y de organismos internacionales y documentos visuales que establezcan un marco teórico a la temática a tratar.

#### **01: Primer etapa - Planteamiento del tema**

Descripción de la situación en cuestión a resolver, siendo el punto de partida que da enfoque al trabajo de grado. Para lograr identificar y concretar el problema necesitamos considerar el contexto determinado en que se enmarca el problema que

planteamos en este caso en Montevideo, los antecedentes y la relevancia de la investigación.

#### **02: Segunda Etapa - Marco Teórico**

Se realiza una revisión de la literatura existente con el fin de crear una visión general de los conceptos claves en relación a la situación de los residuos plásticos en general, antecedentes como casos de estudio metodologías y herramientas que componen a una correcta gestión de residuos, sobre reciclaje de plásticos, conceptos y evolución de la industria de la impresión 3D. Luego de extraída y recopilada la información, se comienza a elaborar el marco teórico, el cual se basa en la integración de la información recopilada.

#### **03. Tercer Etapa - Recolección y Análisis de Información**

##### **Entrevistas**

En primer lugar, realizamos entrevistas semiestructuradas o abiertas a expertos de diversas áreas quienes estudian y/o trabajan con la fabricación aditiva. A través de estas entrevistas logramos en una primera instancia acercarnos y profundizar aún más en la actividad de impresión 3D y la situación actual de la misma en Montevideo, para luego centrarnos en la problemática

de los residuos de impresión y por último las posibilidades de reciclaje de este material.

Para comprender las complejidades que se presentan al momento de imprimir, qué tipos de residuos son los más comunes y los materiales más utilizados, entrevistamos a emprendedores y estudios de diseño que fabrican productos a través de la impresión 3D. Los emprendedores entrevistados son Ialmix (Estudio de Arquitectura integrado a un laboratorio de impresión 3D), Vega Ds (Estudio de Diseño profesional centrado en la Fabricación Digital) y TachoUy (Estudio - taller de diseño enfocado en reciclar e impulsar la cultura del reciclaje).

A su vez, para tener una perspectiva distinta a la de los usuarios de impresión, entrevistamos a proveedores de impresoras y filamentos 3D. Con estas entrevistas, logramos obtener datos más específicos sobre el consumo/venta de materiales filamentosos, cantidades de usuarios mensuales que concurren a sus tiendas, entre otros. Los entrevistados fueron Macrotec, Vacodir, Robotec y Fabrix.

Por otro lado, el Centro de Integración Digital de FADU; como parte de un centro educativo en el que se hacen uso de impresoras para fines educativos, para conocer la situación actual

de los residuos en este tipo de instituciones (FABLABS).

Con la finalidad de introducirnos en las posibilidades de reciclaje de los materiales plásticos de la impresión 3D, conocer los procesos, características y aspectos de los diversos plásticos, entrevistamos a Kenistech; un emprendimiento enfocado en el reciclaje de plástico ABS para la fabricación de un nuevo filamento de impresión.

Al mismo tiempo, entrevistamos a expertos de distintas áreas: empresas encargadas en la gestión de residuos como Taym y Abito, emprendimientos/proyectos de economía circular (Plasticoin), empresas recicladoras de materiales (Urupalc), empresa argentina de Filamento (Grilon), entre otros. Gracias a estos contactos comprendimos que es necesario considerar que en la gestión deben haber varios puntos de contacto entre los actores pertenecientes al plan, generandose distintas interrelaciones y vínculos participativos.

### **Encuesta**

En segundo lugar, se realiza una encuesta de forma online a través de Formularios de Google difundida a través de Whatsapp y Facebook en grupos de impresión 3D, ya que los medios digitales son un mecanismo efectivo para acceder a mayor cantidad de

de personas. El público objetivo de la encuesta son personas de Montevideo que hagan uso de la impresión 3D con diferentes fines, como ser: hobby, trabajo, estudios entre otros.

Para facilitar el análisis de los datos, se plantean preguntas de múltiple opción, en las cuales algunas de ellas podían elegirse más de una opción. Los objetivos de la encuesta son conocer las características de la población usuaria, sus opiniones acerca del tema en específico, cantidades de residuos que generan, materiales que utilizan y sus conocimientos sobre el reciclaje de los residuos de impresión 3D.

#### **Análisis de datos**

Para poder establecer y analizar los perfiles de comportamientos de los distintos usuarios de impresión 3D, se realizan fichas de personaje (buyer persona) según los perfiles tipo que identificamos a través de los datos recabados a partir de la encuesta.

En esta etapa se desarrolla una herramienta de análisis que tiene como cometido evaluar, agrupar y comparar los resultados para lograr visualizar la situación real de la problemática.

Para ello, a partir de la muestra extrapolamos los números calculados para obtener los resultados sobre la población real.

Posteriormente se extraen los resultados de la investigación y son ordenados de forma coherente y comprensible para tener un hilo conductor sobre la problemática.

#### **04. Cuarta Etapa - Elaboración del diseño de la propuesta**

La información obtenida en la etapa anterior es clave para el desarrollo del plan de gestión. Conociendo las cantidades de material residual, usuarios de impresión, entre otros puntos logramos determinar las estrategias más adecuadas para el plan.

En el mismo, se definen los actores clave, se plantean alternativas y estrategias para el desarrollo y solución de la problemática y se fundamenta la elección de las estrategias asumidas.

# 02

## MARCO TEÓRICO

2.1 Cambio de Paradigma

2.2 Actualidad de los residuos plásticos en Uruguay

2.3 Conceptos relevantes de la temática

2.4 Antecedentes

2.5 Impresión 3D

## 2.1 - EL CAMBIO DE PARADIGMA

A continuación se realizará un relevamiento teórico de autores estudiados a lo largo de la carrera, para el cual se utilizarán fragmentos de trabajos prácticos realizados en diferentes cursos, en conjunto con un análisis acorde a las ideas de cada autor en relación al tema. Se tratarán temáticas complejas como la naturaleza de los problemas, el diseño para la innovación social, y el diseño para las transiciones, que contribuyen a la idea de un cambio de paradigma colectivo.

Según Richard Buchanan, el diseño es una disciplina integral que no tiene un objeto de estudio específico, por ende no se lo puede reducir a una sola categoría disciplinar. Esto hace que sea extremadamente flexible en sus métodos y definiciones, y que abarque por lo tanto, diversas problemáticas que van desde lo económico, social, ecológico, político y más (Buchanan, 2010).

Para sobrellevar esta variedad de temáticas, la disciplina del diseño ha evolucionado hacia la práctica multidisciplinar creando equipos de trabajo compuestos de profesionales de diversas áreas, pero aun así, el autor afirma que los problemas a los que esta disciplina se enfrenta se denominan “problemas perversos” (teoría de Hors Rittel), ya que son principalmente de raíz social y tan complejos que no tienen una formulación clara (Buchanan, 2010).

Esta complejidad se debe a la diversidad de actores partícipes en toda la red que los compone, una red en la cual los caminos hacia la búsqueda de soluciones son tan intrincados que no se formulan como los de la ciencia clásica, mediante hipótesis y ecuaciones establecidas (Buchanan, 2010).

Pero principalmente el diseño actúa en este tipo de problemáticas no como un solucionador, sino como un catalizador de ideas o facilitador de cambios. Se entiende que este problema es imposible de abordar desde una sola perspectiva, disciplina, o profesión, sino que la búsqueda de cambio formará parte de un sistema complejo de participantes que actuarán de manera conjunta para crear posibilidades (Buchanan, 2010).

Este tipo de problemas de raíz social, se identifican por ejemplo en temas como la obesidad y salud alimentaria, en la sustentabilidad, el hambre mundial y la pobreza. Estos son tan solo algunos de los "wicked problems" que existen, todos tienen en común una formulación tan compleja e intrincada que resulta imposible abordarlos desde una sola disciplina.

Podríamos ubicar, a la contaminación por residuos plásticos, dentro de este tipo de problemáticas. Entendemos que la red que lo compone es sumamente compleja y es necesario atacarlo a nivel sistémico, en cada uno de sus componentes. Tiene componentes políticos que tienen que ver con las normativas gubernamentales para la gestión de residuos, componentes económicos que se rigen por la oferta y demanda de productos plásticos en el mercado, y sociales que se relacionan con las costumbres y comportamientos de los consumidores con respecto a este material.

El mundo de la impresión 3D, a pesar de ser reducido en el presente, tiende al crecimiento exponencial en los próximos años, y como diseñadores, debemos poder combatir los problemas que esta actividad puede causar con una perspectiva de futuro, pero entendiendo que el cambio se produce a través de las acciones del presente.

Esta forma de abordar problemáticas, se relaciona con la idea de Arturo Escobar, de re pensar posibles futuros que apunten hacia lo colectivo, dejar de lado lo individual y lo económicamente rentable, para darle lugar a lo cultural, que sea construido de manera comunitaria (Arango, 2021).

Arturo Escobar hace referencia a este cambio de paradigma tanto social, económico como político, mediante el concepto de "diseño para las transiciones" (Arango, 2021).

"De esta manera, dice Escobar, asistimos a un momento coyuntural atravesado por una profunda crisis medioambiental, política y social en el que requerimos apostar por discursos que no insistan en los modelos de desarrollo en clave de la individualización y el crecimiento económico neoliberales, sino más bien que se articulen con propuestas alternativas sustentadas en la solidaridad, el vínculo con el otro y en los significados de lo común" (Arango, 2021: 4).

Escobar también expresa la necesidad de formar diseñadores que vean oportunidades en los procesos culturales y sociales, como punto de partida para participaciones futuras. Que actúe mediante la creatividad y las vinculaciones, facilitando la comunicación entre las partes (Arango, 2021).

Por otro lado, Ezio Manzini plantea una innovación social, que implica una transición hacia la sostenibilidad a través de novedades tecnológicas y sociales. Dicha innovación demandará nuevos productos y servicios adaptados a las nuevas necesidades.

Propone también la idea de una nueva economía. Una economía cuyas actividades estén orientadas a la reconversión ecológica de los sistemas productivos, la producción social de servicios (nuevas demandas sociales) y programas de desarrollo social (sostenibilidad de recursos locales). De este modo, la nueva economía rompería con la economía de siglos pasados. Su nuevo enfoque sería una producción de sistemas y servicios y no una producción solo de bienes de consumo (Manzini, 2013). *“Una nueva economía verde, social y en red”* (Manzini, 2013:69).

Esta nueva innovación social tiene muy presente las redes de servicio. Redes en su sentido informático y social, humano. El nuevo método de producción toma una entidad más compleja y por lo tanto resulta necesaria una red de actores de distintos sectores que se vinculen entre sí para alcanzar un bien individual pero sobre todo común, global (Manzini, 2013).

Sin embargo, los aspectos que conlleva una innovación social no son fáciles de reconocer y alcanzar. Así es como resulta fundamental atacar a las redes de poder más grandes, aquellas personas, grupos y empresas que tienen la influencia necesaria para generar cambios, cambios favorables y duraderos (Manzini, 2013).

Es entonces cuando el diseño juega un papel importante e inteligente (Manzini, 2013).

Sintetizando los aportes de los tres autores presentados previamente, entendemos que desde nuestro lugar como diseñadores podemos aportar a través de procesos estratégicos, reconfigurando global y socialmente los paradigmas.

Si trabajamos en torno a los ambientes o sistemas pertenecientes a la red de relaciones existentes en el territorio Uruguayo, podremos llegar directamente a las relaciones sociales y materiales que se dan en cada uno de ellos (los subsistemas).

Mediante el estudio exhaustivo de los componentes actuales de la red de impresión 3D en el país, podemos determinar la complejidad de la problemática, entendiendo que trasciende el mero problema de gestión de residuos. Aunque en nuestro país existen recursos de gestión o información sobre reciclaje, se carece de conexión entre los puntos que unen esta entramada red. También existe interés por parte de los usuarios de impresión 3D, pero carecemos de una organización colectiva en la materia.

Por eso, como afirman los autores, el diseño persigue cambios sociales y estructurales, a niveles sistémicos.



Las transformaciones hacia futuros más sustentables son parte del cambio colectivo, parte de la reunión de muchos actores partícipes en cada uno de los entramados, como lo pueden ser en este caso los fabricantes de filamento, importadores, vendedores, usuarios, instituciones educativas y empresas gestoras de residuos, entre otros.

Proponemos apoyar iniciativas existentes de gestión de residuos (ya sean pequeñas o grandes), facilitando el diálogo, el accionar y la conexión entre ellos y los usuarios particulares, las empresas proveedoras de filamento y todos aquellos puntos que puedan ser incluidos en este sistema. No solo como una oportunidad de revalorizar esta categoría de residuos, sino como forma de instalar el comienzo hacia un futuro más sostenible de las prácticas cotidianas de consumo y producción.

## 2.2 ACTUALIDAD DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS EN URUGUAY

### CONTEXTO

Con el fin de contextualizar la temática de los residuos de impresión 3D, se pretende analizar en una primera instancia la situación actual de los residuos plásticos a nivel nacional. Para esto, se realiza un relevamiento de los principales actores y gestiones aplicadas en el país para afrontar dicha problemática, así como también se presentan datos estadísticos de relevancia sobre la generación de desechos plásticos.

Un pilar fundamental en el país es el Ministerio de Ambiente (MA), que a lo largo de los últimos años se encuentra trabajando en la gestión integral de residuos como eje principal. Para ello, crea en el año 2021 el primer Plan Nacional de Gestión de Residuos, el cual será utilizado, desde ese entonces, como instrumento de planificación estratégica en la Ley N° 19.829 de gestión integral de residuos. Este plan promueve la participación y responsabilidad compartida en el tratamiento de los residuos, fomentando la aplicación de metodologías de economía circular (Ministerio de ambiente, 2021).

Según los datos del informe de diagnóstico de residuos plásticos de CTplas del 2017, se generan aproximadamente 2800T de residuos sólidos diariamente, equivalente 900g per cápita. De esta cifra (2800T), el 16% son residuos plásticos.

Se estima que el volumen total de plástico recuperado por las empresas dedicadas al reciclaje en Uruguay, es de 15.660 T. Este número representa el 9,5% de los plásticos que llegan a los sitios de deposición final (Baráibar y Andrada, 2017).

Si bien existen otros datos actualizados con respecto a las cantidades residuales en Uruguay (de desechos en general), no existe un informe que releve principalmente los volúmenes de residuos plásticos y porcentajes de valorización como lo hacen los informes de CTplas. El informe de 2018 de CTplas, toma los volúmenes relevados en el informe del 2017.

Es así, que encontramos pertinente para esta investigación, enfocarnos en datos relacionados exclusivamente sobre plásticos.

La falta de relevamiento de datos actuales con respecto a este tipo de material, forma parte del problema global que corresponde a la falta de información y estadísticas que permiten medir, comparar y crear nuevos métodos, como lo es el caso de este trabajo.

A continuación, se presentarán dos actores clave en la gestión de los plásticos a nivel nacional:

## **ASOCIACIÓN URUGUAYA DE INDUSTRIA DEL PLÁSTICO (AUIP)**

Esta asociación fue creada con el objetivo de tratar con la problemática del mal uso de los residuos plásticos en Uruguay, especialmente enfocados en la temática de envases plásticos, que juegan un papel fundamental en el almacenaje e higiene de los alimentos.

Una de sus acciones fue la identificación de códigos colocados en los productos que se fabrican, para conocer de qué material están hechos y de qué manera debe ser reciclados. Asimismo, a través de diferentes empresas dedicadas a la valorización de los residuos, promueven la gestión de reciclado de productos post-consumo.

La asociación participa de diversos seminarios, eventos y talleres que buscan educar al público sobre las diversas propuestas formuladas en referencia a temas ambientales y disposición de residuos plásticos. Además, ha reunido cantidad de empresas para promover entre estas una cultura social en relación a los residuos. Con el aporte del Centro Tecnológico del Plástico (CTplas), a través de un marco regulado, se logró educar a estas empresas; brindándoles apoyo e instructivos de políticas sobre la clasificación y el reciclaje de residuos (Asociación Uruguaya de Industria del Plástico, s.f).

## **CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO (CTPLAS)**

CTplas es una de las iniciativas conjuntas de la AUIP, la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU), el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y la Fundación Julio Ricaldoni (FJR), la cual tiene como finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria del plástico y del reciclado en el Uruguay. Esto lo logran a través de la prestación de servicios tecnológicos que permitan innovar, capacitar y transferir información dentro de las empresas, teniendo en cuenta aspectos de competitividad e impacto ambiental.

Según el primer informe de diagnóstico de reciclado de CTplas (2017) los principales actores de la cadena de valor de los residuos plásticos son los clasificadores, los depósitos de barrio, los grandes depósitos, industria del plástico (empresas industriales de reciclado de plástico) y la exportación de residuos. Además, existen diversas entidades nacionales de investigación sobre el reciclaje *de plásticos* como lo son por ejemplo la *Universidad de la República* (a través de la facultad de ingeniería, *CEMPRE* y la *Agencia Nacional de Investigación e Innovación – ANII* (Baráibar y Andrada, 2017).

## LEY 19.829 - GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS

El 18 de setiembre de 2019, se promulgó la ley N° 19.829, una de las leyes ambientales más relevantes para este período. Esta ley da paso a una nueva legislación para la nueva gestión de residuos, entre ellos los plásticos, en Uruguay. Está basada en un modelo de desarrollo sostenible, que promueve el correcto manejo, la revalorización, de los residuos y el reciclaje. Tiene por objeto la prevención y reducción de los impactos negativos de la generación de residuos, con el fin de preservar el ambiente. Así también, propone generar valor y empleo de calidad.

Existen diversos tipos de residuos, como lo son los domiciliarios, los de limpieza de espacios públicos, los derivados de actividades económico-productivas, los sanitarios, de obras de construcción, de suelo contaminado, sedimentos y otros.

**Según el Artículo 7**, existe la Responsabilidad del generador:

*"Todo generador de residuos de cualquier tipo será responsable de la gestión de los mismos en todas las etapas, correspondiéndole la asunción de los costos para ello, salvo las excepciones que establece la ley y de conformidad con lo que disponga la reglamentación.*

*Las distintas operaciones correspondientes a la gestión de residuos podrán ser cumplidas por terceros, siempre que*

*se encuentren debidamente autorizados o habilitados según lo que establezca la reglamentación."* (Artículo 7, Ley N° 19.829).

**En el artículo 41, se especifica la Responsabilidad Extendida:**

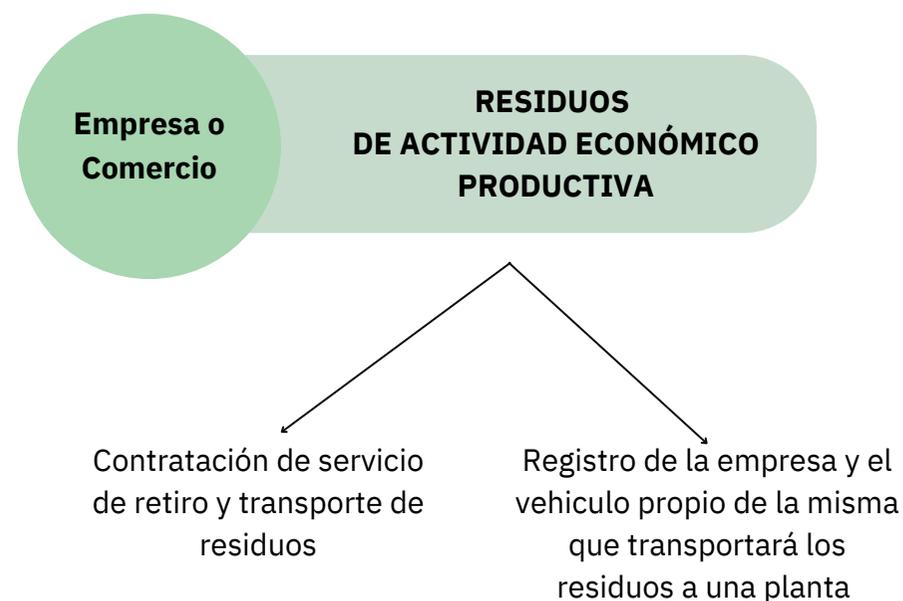
"Se establece la responsabilidad extendida del fabricante e importador en la gestión de los residuos especiales, salvo en aquellos casos en que, según lo previsto en esta ley, sean gravados por el Impuesto Específico Interno los productos a partir de los cuales se generan." (Artículo 41, Ley N° 19.829). Este artículo establece la responsabilidad extendida del productor, fabricante o importador, es decir, un régimen especial en la gestión de los residuos, por el cual los productores de ciertos bienes, generalmente de consumo masivo, serán responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos que generen los productos que ponen en el mercado.

Asimismo, la ley introduce un impuesto ambiental para financiar programas especiales de gestión de residuos, con el fin de promover la recuperación de los mismos a nivel nacional. Con esta normativa, fabricantes e importadores están obligados a pagar el correspondiente impuesto ambiental, y además, también podrán implementar un sistema de recaudación para recuperar el material residual puesto en el mercado (Artículo 41, Ley° 19829).

## **NORMATIVA DE GESTIÓN VIGENTE PARA RESIDUOS DE EMPRESAS, COMERCIOS Y ORGANIZACIONES**

Para disponer residuos domiciliarios, es decir, los que se generan de manera cotidiana en los hogares, cada Intendencia Municipal determina la forma de recolección de los mismos. En Montevideo existen contenedores ubicados en la vía pública, diferenciados por color según el residuo que almacenan. Así es que las instituciones públicas y privadas, las empresas e industrias no podrán hacer uso de ellos, ya que clasifican como generadores de residuos no domiciliarios. En este caso, las empresas y comercios son responsables por la correcta gestión de los mismos, ya sea la clasificación, el acopio, el tratamiento, el transporte y la disposición final. Además, también existe documentación correspondiente en la cual los generadores de residuos deben hacer una declaración jurada que acredite que los residuos generados serán gestionados por empresas habilitadas.

Para ello las empresas deben tener contratado un servicio especializado en el retiro y el transporte de estos residuos, ya sea mediante la contratación del Servicio Especial de Transporte de Residuos de la Intendencia de Montevideo en la Oficina Comercial - División Limpieza, o contratar una empresa transportista debidamente registrada en la Intendencia. Como otra opción, las empresas pueden realizar el transporte por medio propio (debiéndose registrar su empresa y vehículo en la División Limpieza).



<sup>2</sup> LEY N° 19.829. Ley de Gestión Integral de Residuos (18 de Setiembre de 2019).  
<https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19829-2019>

## 2.3 CONCEPTOS RELEVANTES DE LA TEMÁTICA

El plástico es uno de los mayores avances de la industrialización, sin embargo el uso masivo de este material, ha contribuido a la contaminación de tierras y océanos causada por la gran cantidad de residuos que la industria plástica genera. El cambio climático es provocado por el calentamiento global que resulta de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente generados a partir de la actividad de la industria.

Así fue que las movilizaciones y organizaciones dedicadas al cuidado del medioambiente se han encargado de educar a la población en base a estas problemáticas, concientizando a la sociedad sobre las consecuencias de la producción masiva y el consumismo, que tienen efectos directos y catastróficos en el aumento de la contaminación, tanto terrestre como marítima y de la atmósfera. No obstante, existe una realidad en la que varios gobiernos, empresas y corporaciones han encontrado en las prácticas ecológicas y sustentables un "discurso", podría decirse, de buena fe, ética y moral, siendo esta una forma de promover una buena imagen. En muchos casos, no siempre las buenas prácticas son ejecutadas con las mejores intenciones y en ocasiones son parte de una gran estrategia de marketing "Ecoblanqueo/greenwashing".

El reciclaje y la reutilización de materiales son algunas de estas prácticas que más allá de el discurso corporativo, empresarial o gubernamental, ofrecen la posibilidad de aplicación en ámbitos más individuales o domésticos, a través de las cuales cualquier persona desde su hogar puede ponerlas en práctica.

Por ende, se puede decir que, la educación del consumidor con respecto a definiciones y terminologías - como cambio climático, desarrollo sustentable, residuos sólidos, aprovechamiento de los mismos, compostaje y reciclaje - es de suma importancia para promover la autonomía y la autogestión de las personas con respecto a los residuos.

Otro concepto relacionado al tema de investigación, es el de Economía Circular. Según la definición de la fundación Ellen McArthur, la Economía Circular es *"Un marco de soluciones sistémicas que hace frente a desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los residuos y la contaminación. Se basa en tres principios, todos impulsados por el diseño: eliminar los residuos y la contaminación, hacer circular los productos y materiales (en su valor más alto) y regenerar la naturaleza.*

*Se sustenta en una transición hacia energías y materiales renovables. La transición hacia una economía circular implica desvincular la actividad económica del consumo de recursos*

*finitos. Esto representa un cambio sistémico que genera resiliencia a largo plazo, genera oportunidades comerciales y económicas y brinda beneficios ambientales y sociales." (Fundación Ellen McArthur - EMF, 2014)*

*Al hablar de residuos sólidos hablamos de "materiales provenientes de la actividad del hombre en su vida cotidiana, que no reúnen características infecciosas, radioactivas y/o corrosivas. Estos residuos se originan en los hogares, restaurantes, edificios administrativos, hoteles, industrias, etc." (Caballero y Florez, 2016:31).*

Si hablamos de residuos sólidos plásticos, éstos pueden ser revalorizados de diferentes maneras, entre ellas el reciclaje químico y mecánico. Se definen de la siguiente manera:

- *Reciclaje químico "proceso mediante el cual se produce la descomposición del polímero para obtener los componentes de partida.. y tras un nuevo proceso, se obtienen nuevos materiales poliméricos." (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas - CEDEX, 2013).*
- *Reciclaje mecánico: "El reciclado mecánico es un proceso físico-mecánico mediante el cual el plástico post-consumo o el industrial (scrap) es recuperado, permitiendo su posterior*

*utilización." (Ecoplas,2011:35)*

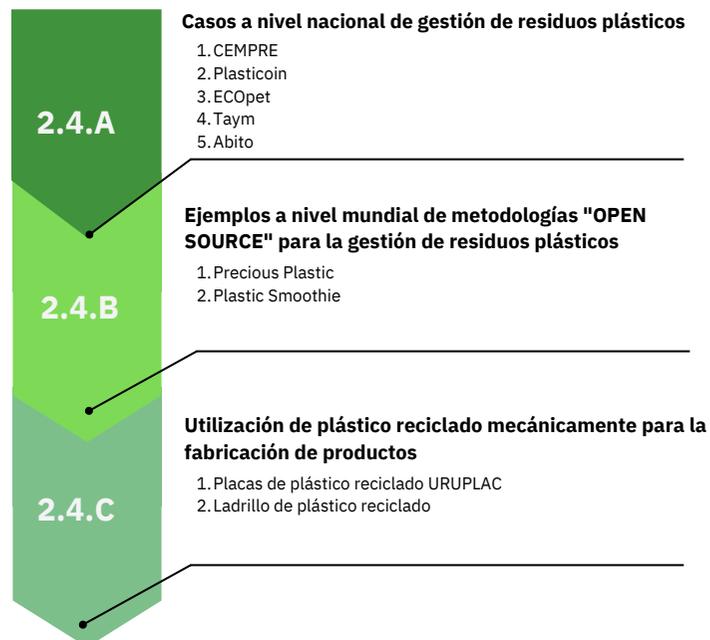
Por un lado, el reciclaje es la transformación de "*materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos*" (Caballero y Florez, 2016:33); mientras que el aprovechamiento se refiere al uso de materiales que todavía tienen valor o utilidad, aunque ya no se utilicen para su uso original.

Ambos conceptos tienen un gran potencial para reducir la cantidad de residuos que generamos y disminuir nuestro impacto ambiental. Además, el reciclaje y el aprovechamiento también pueden generar empleos en la industria del reciclaje y el sector de la economía circular, lo que puede tener un impacto positivo en la economía local y nacional.

Las etapas del aprovechamiento del material residual son las siguientes: producción, recolección, recuperación y disposición (Caballero y Florez, 2016).

## 2.4 ANTECEDENTES

Para el estudio de antecedentes sobre la gestión y reciclaje de plásticos, se han considerado casos a nivel nacional en materia de gestión de residuos, así como casos internacionales de gestión y reciclaje de fuentes "open source", y casos sobre la fabricación de productos mediante el reciclaje mecánico.



### 2.4.A. CASOS A NIVEL NACIONAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

En el siguiente relevamiento se registrarán algunas de las organizaciones dedicadas a la gestión de los residuos plásticos en Uruguay. Con el objetivo de recabar información sobre las diversas formas en que son gestionados estos residuos, qué acciones y estrategias se llevan a cabo para lograrlo. La importancia de investigar sobre las metodologías que son aplicadas por las organizaciones especializadas en el rubro, es que permite visualizar, entender y analizar qué procedimientos y estrategias deberán ser aplicadas para organizar y desarrollar un plan de gestión.

#### **2.4.B. EJEMPLOS A NIVEL MUNDIAL DE METODOLOGÍAS "OPEN SOURCE" PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS**

Desde una perspectiva global, se ha reconocido el manejo inadecuado de los desechos y residuos generados en el como uno de los problemas de alto impacto ambiental, que debe ser atendido en forma prioritaria, con el propósito de avanzar hacia el desarrollo sustentable (UNEP, 2005).

La gestión de residuos plásticos ha sido un tema de interés de muchos gobiernos, empresas y emprendedores. Pero estos casos son infinitos y la realidad es que gran parte de ellos se rigen por los intereses del mercado y no necesariamente es en realidad honesta la preocupación por lo ambiental. Es así como, durante estos últimos años, comenzaron a surgir iniciativas descentralizadas "open source", las cuales buscan cubrir las premisas reales del reciclaje del plástico, con la intención de hacerlo a pequeña escala y por lo tanto que esté al alcance de todos.

#### **2.4.C. UTILIZACIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO MECÁNICAMENTE PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS**

A nivel regional, existen diversos proyectos de reciclaje de plásticos de manera mecánica, es decir, plástico triturado para la creación de nueva materia prima. El beneficio principal del reciclaje mecánico, es que es un proceso más sencillo que el reciclaje químico, ya que no importa la composición del tipo de plástico que se vaya a reciclar, ya que finalmente será triturado y utilizado posteriormente en este formato como componente adicional a un material virgen, para la reducción del segundo mencionado. A su vez, se evita la necesidad de utilizar costosas máquinas inyectoras y/o moldes. Por eso, muchos emprendedores han comenzado a incursionar en esta alternativa, por el hecho de ser más simple y económica.

## 2.4.A\_1- CEMPRE

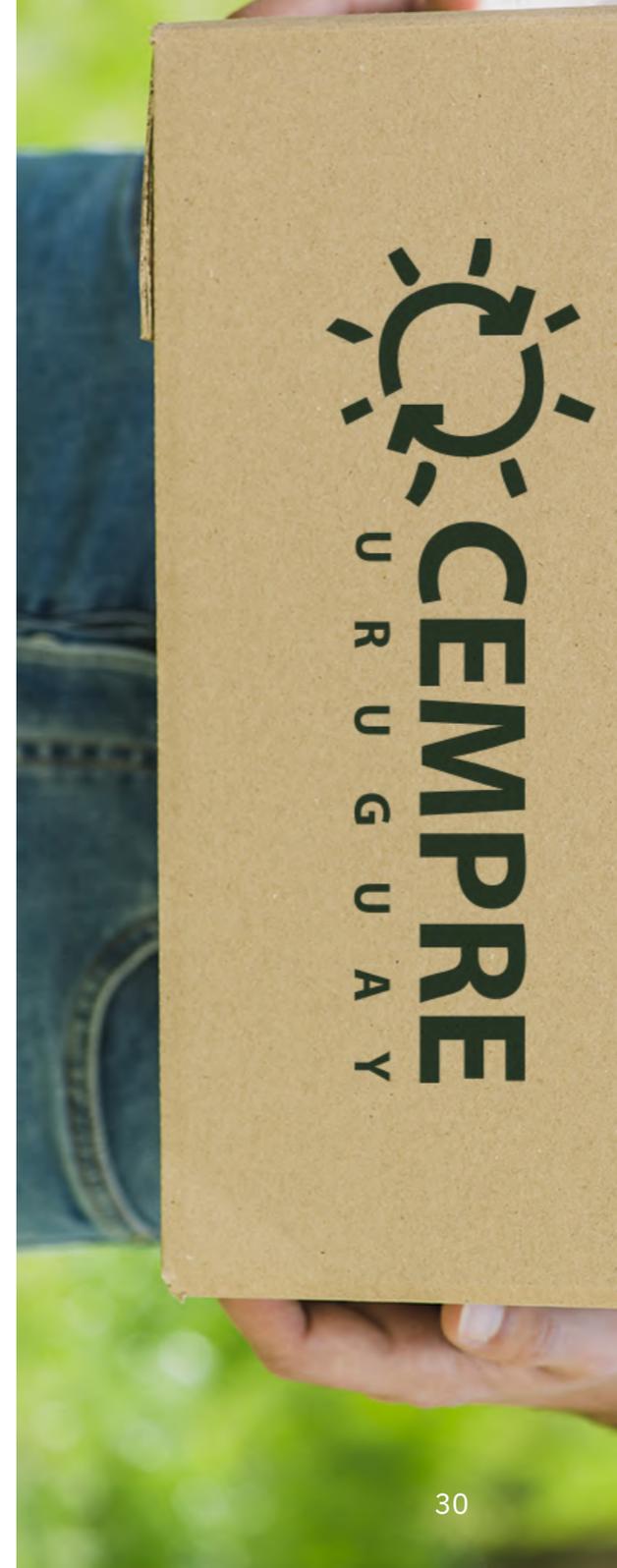
Cempre es una organización asociada a la Asociación de Recicladores de Plásticos del Uruguay (ARPU). Es una asociación civil sin fines de lucro, especializada en el manejo de residuos. Se dedican a la recolección de todo tipo de residuos: vidrios, residuos electrónicos, plásticos, pilas y baterías, papel, neumáticos, metales no ferrosos, entre otros.

### ¿CÓMO GESTIONA LOS RESIDUOS?

Cempre desarrolla diversos proyectos para la gestión de residuos, como por ejemplo una aplicación para celulares “¿Dónde reciclo?”, a través de un mapa geolocalizado que indica los diferentes tipos de contenedores y los lugares que funcionan como de puntos de recolección de residuos reciclables. A su vez, desarrollaron Ecopuntos que se encuentran instalados a lo largo de la costa canaria, en los cuales los usuarios pueden depositar los residuos de manera clasificada. Estos se ubican en las playas, alrededores de paradores y bajadas a la playa.

Por último, Cempre desarrolló en conjunto con UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas) la norma técnica 1239-2017, que describe los aspectos básicos para la identificación y clasificación de residuos. Es una guía que facilita a nivel doméstico y comercial la gestión de residuos, proponiendo siete divisiones de residuos identificados por distintos colores. Estos son gris (residuos mezclados), verde (materiales reciclables), marrón (residuos compostables), amarillo (plástico), azul (papel y cartón), negro (metales) y blanco (vidrio).

Fig 1: Nota. Tomado de CEMPRE (<https://cempre.org.uy/>)



## 2.4.A\_2- PLASTICOIN

Plasticoin es un proyecto de Economía Circular apoyado por la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE), el cual promueve la limpieza, clasificación y entrega de los residuos plásticos, a cambio de una moneda virtual “*Plasticoins*” que le otorga beneficios a quien contribuye. Tiene como objetivo principal fomentar cambios en el tratamiento irresponsable que se le da nuestros desechos plásticos en el día a día, educando y recompensando en el proceso.

### ¿CÓMO FUNCIONA?

Se trata de recolectar de manera doméstica la mayor cantidad de residuos, clasificarlos y llevarlos a los centros de acopio, en los cuales el personal los recibe, pesa y posteriormente los guarda. A cambio de estas acciones y a modo de incentivo, los centros de acopio otorgan a la persona un monto de “*Plasticoins*” determinado por la cantidad del peso del material en buen estado recolectado. Los “*Plasticoins*” funcionan como una moneda virtual ecológica que permite ser canjeada para obtener diferentes beneficios, en los comercios adheridos.

Los puntos de acopio están ubicados en diversos puntos en Montevideo y Maldonado, ya sea locales comerciales, hospitales, estacionamientos, playas, entre otros. Además, organizan jornadas de reciclaje para incentivar a los usuarios a la recolección de los residuos en lugares públicos.

Fig 2: Nota. Tomado de Plasticoin ( <https://www.plasticoin.com.uy/> )



### 2.4.A\_3- TAYM

Taym es una empresa que se dedica a la gestión integral y mantenimiento de los ambientes internos y externos, haciendo de estos lugares espacios limpios y seguros, aptos para el desarrollo de actividades laborales y de esparcimiento que ayudan al desarrollo de equipos de trabajo, comunicaciones y climas laborales que soportan el crecimiento de las Organizaciones.

#### GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Brindan procesos de recolección, transporte y disposición final de residuos categoría II, y la caracterización de los residuos generados.

Recolectan materiales como el cartón, vidrio y plásticos (pet, polietileno de alta, polietileno de baja, entre otros). Manejan aproximadamente entre 4 y 7 mil kilos de plástico, en su mayoría son botellas de pet.

Una vez recolectados los residuos, los enfardan, limpian y acondicionan, posteriormente los envían a las empresas de reciclaje como Ecopet, Rotondaro, Deposito Pedernal, entre otros.

Además realizan la colocación de contenedores, de cartelera ilustrativa personalizada y diagnósticos de fracciones posibles de clasificar.

Para completar una eficiente clasificación, generan reportes mensuales, a la par de instructivos iniciales y a lo largo del mes vía mail, se hacen envíos de avisos y de información para la concientización.

Fig 3: Nota. Tomado de Taym (<https://www.taym.com.uy/>)



## 2.4.A\_4- ABITO

ABITO (Acciones por el Bien de Todos), es una empresa de triple impacto que impulsa la revalorización de los residuos, nace para facilitar y fomentar el proceso de reciclaje de empresas privadas y públicas en Uruguay. Provee los materiales y las capacitaciones necesarias para facilitar la clasificación de residuos en origen (regida por la norma UNIT 1239), para luego recolectar (adaptando la frecuencia) y enviar los diferentes tipos de residuos a reciclar y compostar.

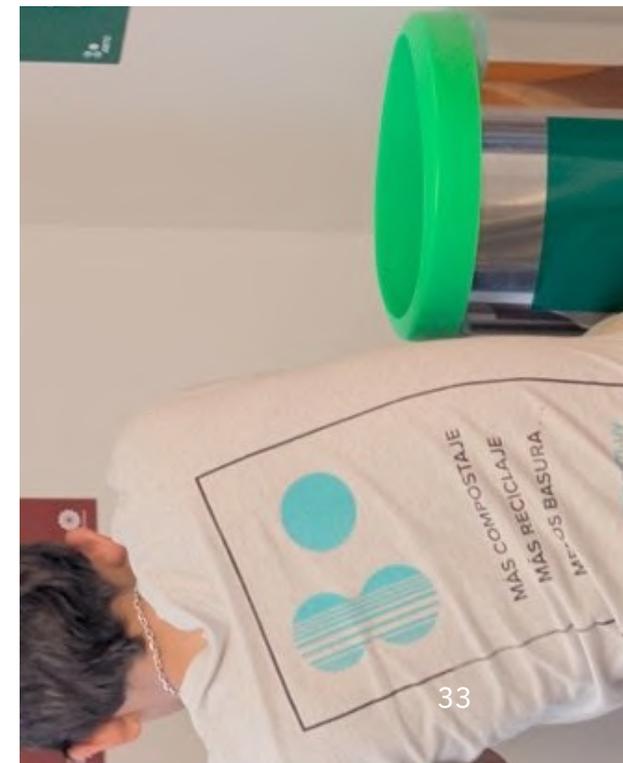
Para ello, se capacita, se instala la infraestructura y se brinda información valiosa a los generadores, de forma de retroalimentar la cultura y fomentar la conciencia sobre la relevancia del reciclaje, a la vez que se aportan datos de interés sobre el impacto que el generador tiene con las políticas de reciclaje que utiliza.

Aquellos residuos que no se puedan reciclar o compostar, son dispuestos correctamente en el relleno sanitario Usina Felipe Cardoso (Montevideo).

Fig 4: Nota. Tomado de Abito (<https://abito.com.uy/>)



ABITO



## 2.4.A\_5- ECOPET

Ecopet es la primer y única empresa uruguaya dedicada al reciclaje de envases de PET post industriales y post consumo, para convertirlos en materia prima apta para elaboración de nuevos productos dentro del mercado nacional e internacional.

Además de fomentar la educación sobre el reciclaje de plásticos, realizando charlas en empresas y centros educativos, Ecopet tiene “puntos verdes” donde se pueden depositar los envases de PET generados en espacios laborales, de estudio o domésticos, garantizando a los usuarios sobre la responsabilidad de Ecopet por el reciclado de los mismos.

Algunos de los productos que fabrica Ecopet con PET reciclado son:

- Línea de escamas de PET, de post consumo (de origen alimentario) y post industrial.
- Línea de escamas REF PET. Es la molienda de botellas de PET retornables, separadas por color. Se embolsan en bolsones trazables.
- Línea de preformas, en la cual se clasifica por color y posterior molienda en seco de preformas (descarte post industrial).
- Nueva línea de productos varios reciclados, por ejemplo casilleros, bandejas, pallets, bidones, etc. Se separan por color y material y se acondiciona la molienda en bolsones trazables.



Como se puede observar en los casos mencionados anteriormente, se aplica una metodología similar en todos los casos, en el que se desarrollan diversos procedimientos para alcanzar una gestión eficaz de los residuos. Podemos afirmar entonces que hay ciertos factores que suelen repetirse en estas metodologías como ser:

### **La información organizada sobre el proceso que se le propone al usuario**

Educar al usuario sobre el procedimiento y los beneficios del reciclaje. Educación sobre los distintos tipos de plásticos y las formas de clasificación.

### **Logística**

Facilitar/Ofreceer al usuario centros de acopio, “puntos verdes”, “ecopuntos”, contenedores y/o dispositivos.

### **Actividades**

Jornadas de reciclaje, charlas informativas, actividades didácticas y prácticas, etc.

### **Tratamiento de los residuos**

Asegurar al usuario un tratamiento responsable de los residuos que él mismo colaboró para recolectar, beneficios tangibles a modo de “canje”, creación de nuevos productos a partir de material reciclado.

## 2.4.B\_1- PRECIOUS PLASTIC

Precious Plastic es un proyecto “open source” que plantea una red de espacios de trabajo, en el que cualquier persona puede habilitar un espacio de reciclaje de todo tipo de plásticos, ofreciendo una metodología que engloba todas las secciones necesarias para poder reciclar.

Para llevar a cabo los procesos, se utilizan una serie de máquinas:

- Máquina de Triturado: donde se tritura el plástico en fragmentos pequeños, incluyendo planos.
- Máquina de extrusión: se ponen los fragmentos de plástico en la tolva y se extruyen en una línea de plástico.
- Máquina de Inyección: donde los fragmentos de plástico se calientan y se inyectan en un molde.
- Máquina de compresión: se calienta el plástico en el horno y se presiona en un molde.

El desarrollo de esta idea permitió presentar de manera abierta los planos de como fabricar las máquinas de forma casera (incluso con componentes de máquinas en desuso) y brindar toda la información adicional para conocer el proceso de reciclaje de plásticos. El formato de esta información es en video, en los cuales se pueden ver una serie de manuales de fabricación.

Fig 6: Nota. Tomado de Precious Plastic (<https://www.preciousplastic.com>)



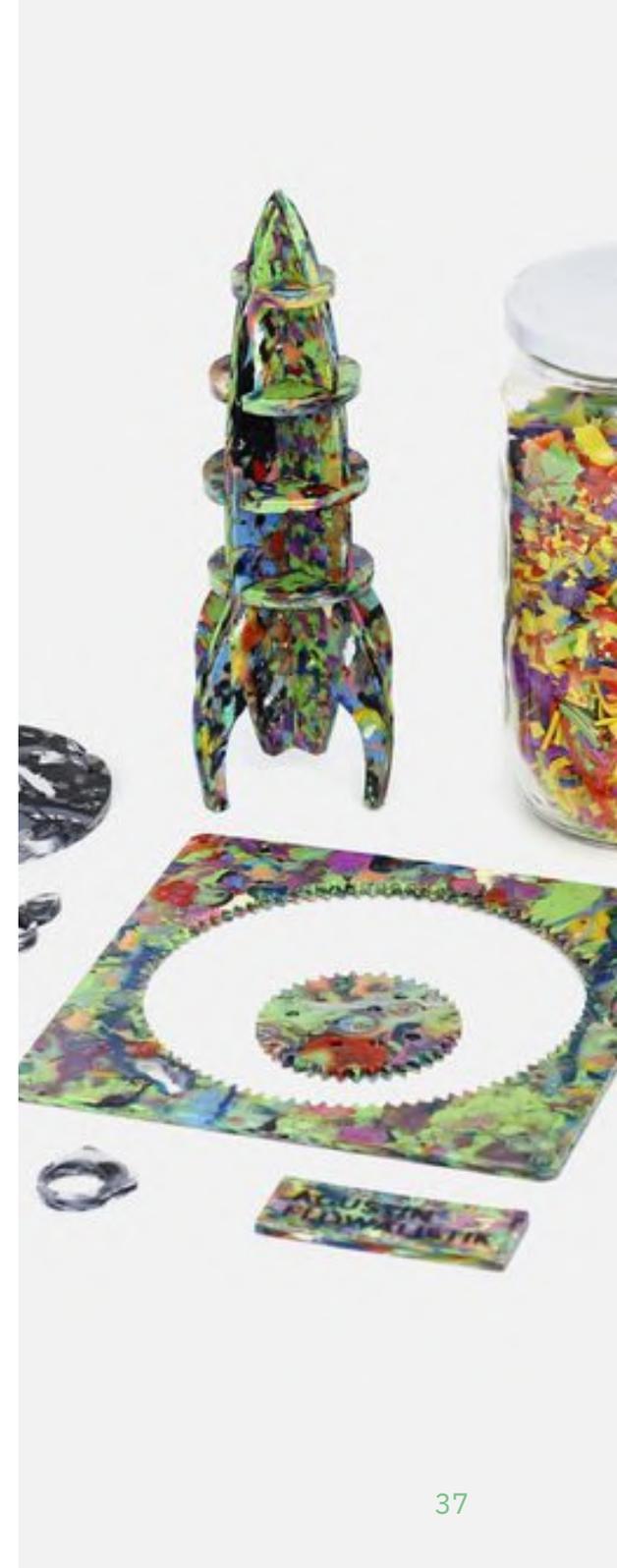
## 2.4.B\_2-PLASTIC SMOOTHIE

Plastic Smoothie es un proyecto colaborativo, que tiene el fin de brindarle un nuevo uso a los residuos plásticos. Comenzó como un experimento unipersonal relacionado con la fabricación digital y la impresión 3D, el cual obtuvo colaboración de un laboratorio y otros agentes. La idea principal fue crear un espacio simple y económico para reciclar plástico de manera doméstica para el entorno “maker”. Es una continuación más “casera” de lo que se propone en Precious plastic, con herramientas y electrodomésticos que cualquier persona puede tener en su casa. La idea de que sea “open source” brinda la posibilidad a interesados de participar activamente.

El proyecto brinda un instructivo que consta de 6 pasos, y son los siguientes:

1. Recolección de materiales: recolectan impresiones fallidas, restos de filamento y restos plásticos de las mismas.
2. Trituración del plástico: se realiza de manera doméstica utilizando una licuadora o procesadora.
3. Proceso de fundición del plástico: Utiliza un pequeño horno eléctrico en desuso y como base antiadherente papel de cocina.
4. Proceso de prensado: Para hacerlo lo más “DIY” (Do it yourself, en español “hazlo tú mismo”), usaron placas de madera para ejercer presión y lograr prensar el plástico.
5. Proceso de corte: Se utiliza una cortadora láser con las mismas configuraciones de corte
6. Armado de los diseños: A los paneles de plástico resultantes, mediante corte láser se le realizaron encastramientos. Permitiendo posteriormente armar diversos objetos encastrables, como por ejemplo juguetes y/o objetos decorativos.

Fig 7: Nota. Tomado de AUTODESK Instructables (<https://www.instructables.com>)



### 2.4.C\_1- PLACAS DE PLASTICO RECICLADO URUPLAC

La empresa uruguaya Uruplac S.R.L nace en 2012, a partir de la inquietud de sus dos socios por buscar una alternativa de reciclaje a los productos potencialmente reutilizables no procesados en Uruguay por falta de alternativas productivas. Uruplac se dedica a recolectar el plástico de los vertederos y reciclarlo convirtiéndolo en placas plásticas que funcionan como una alternativa sustentable a las placas de madera. Luego de fabricar estas placas, las utilizan como principal material para la creación de productos como chapa ondulada para techos, parideras, recipientes de basura, casitas para animales, entre otros.

El proceso productivo de la empresa es el siguiente:

- Clasificación y molienda. Los envases ingresados son clasificados según la composición y calidad.
- Son triturados en partículas de 14mm. Dada por la criba del triturador.
- Mezclados según las características de la placa a producir.
- Prensados en caliente.
- Corte de refile y fin del proceso de placas.

Las placas se pueden adquirir en la mayoría de ferreterías y barracas de Montevideo, y se trabajan de la misma manera que las placas de OSB y compensado de madera.



## 2.4.C\_2 - LADRILLOS DE PLÁSTICO RECICLADO

En Argentina, existen diversos movimientos de reciclaje de plásticos, uno de ellos es el emprendimiento de fabricación de ladrillos con plástico reciclado. El cual involucra actores públicos y privados; como el Centro Experimental de la Vivienda Económica, la Asociación Vivienda Económica (ceve-ave) y conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Como alternativa a los ladrillos convencionales, el proyecto propone la fabricación de ladrillos de cemento portland con PET triturado. El proceso consta de la recolección de envases de PET (residuos post-consumo), posterior triturado y mezclado con cemento portland, con un agregado de aditivo químico que mejora la adherencia de las partículas plásticas de cemento. Finalmente prensado manual de los ladrillos. En la composición se sustituye el árido grueso y fino por partículas y granulado de plástico.

La principal búsqueda de esta iniciativa fue desarrollar una tecnología ecológica y de bajo costo para la construcción, basada en el reciclado de residuos plásticos, con el fin de colaborar en la solución del déficit habitacional del país.

Luego de varios ensayos, se lograron elementos constructivos con ventajas (como la liviandad y el aislamiento térmico) en comparación a métodos tradicionales como los ladrillos comunes de tierra y bloques de mortero de cemento.



## **ANÁLISIS SOBRE LOS ANTECEDENTES**

Del análisis se desprende que existe una amplia diversidad de empresas gestoras de residuos plásticos en la región. Algunos de ellos se centran en la metodología de gestión, educación del usuario y la creación de políticas y proyectos de reciclaje/recuperación/reutilización de residuos.

Por otro lado, otros tienen como objetivo la difusión de técnicas de reciclaje de código abierto, que permiten que las metodologías sean accesibles para todas las personas. A su vez, se encuentran quienes enfocan su gestión en un producto en particular, reciclando plástico mediante la trituración, es decir; de manera mecánica para utilizarlo de diferentes formas, ya sea como material único o en conjunto con un material virgen.

El relevamiento y análisis de los casos seleccionados deja en evidencia que es importante considerar cómo se estructuran las empresas/organizaciones, cuáles son los puntos clave en su gestión y de qué manera se abordan técnicamente las cuestiones del reciclaje de plásticos.

## 2.5 IMPRESIÓN 3D

### ¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN 3D?

Según American Society for Testing and Materials el comité técnico responsable de los estándares de fabricación aditiva, la define como “ el proceso de unir materiales para hacer objetos a partir de datos de modelos 3D, generalmente capa sobre capa, en contraposición a las metodologías de fabricación sustractiva”. (ASTM 2012, como se citó en Capricho 2022:23).

En términos generales, La impresión 3D es un grupo de tecnologías de fabricación digital por adición, en el que un objeto tridimensional es creado automáticamente mediante la superposición de capas sucesivas de material.

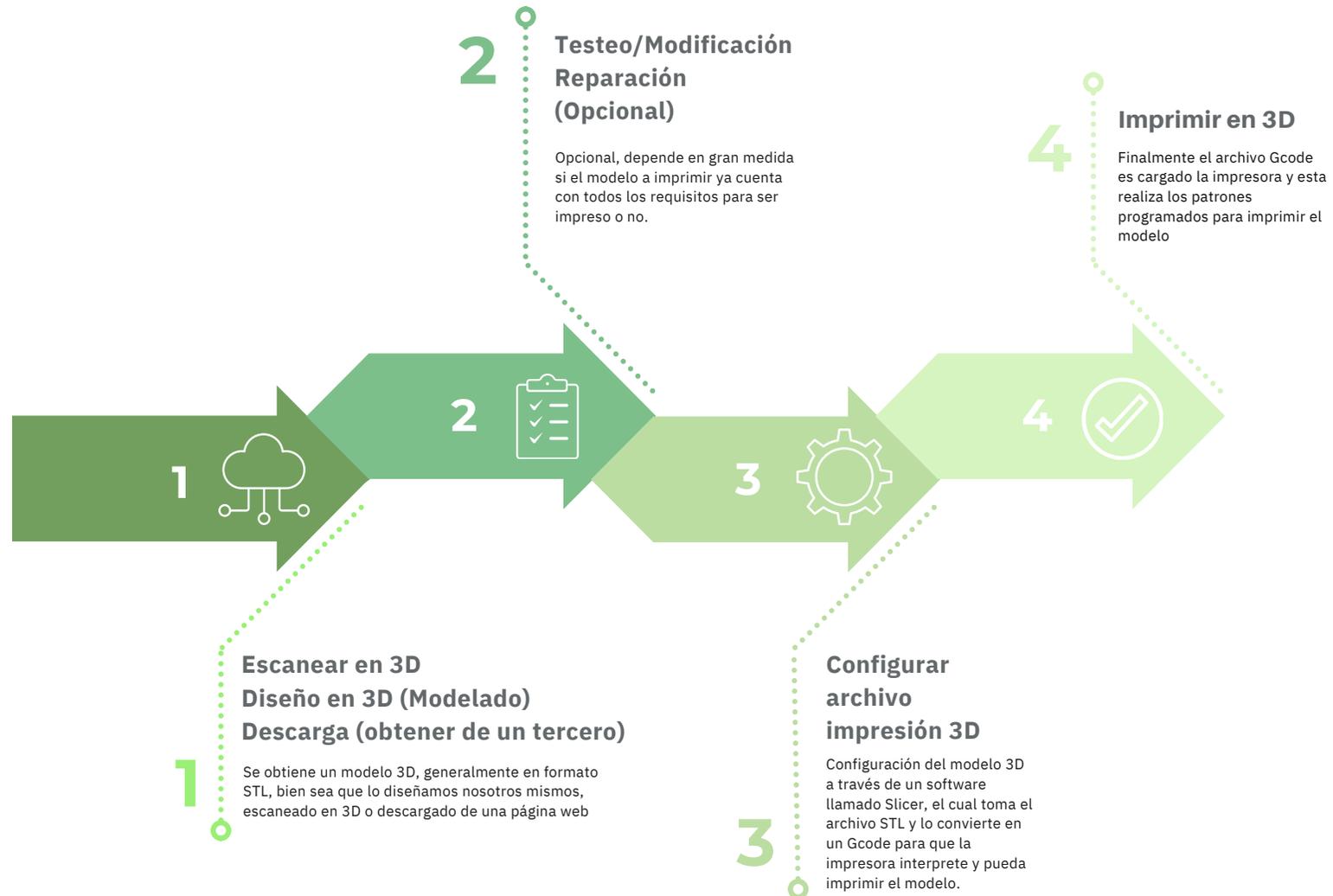
La Fabricación Aditiva se inicia a partir de la creación de un archivo 3D mediante un programa de modelado (Computer Aided Design). Posteriormente, el archivo es interpretado por la impresora y específica donde ésta debe añadir material. Este material puede ser plástico, resina, metal, papel, entre otros.

A diferencia de los métodos tradicionales de fabricación que se basan en la sustracción de material y por tanto existen varias restricciones tanto en el diseño como en la producción de los objetos, la fabricación aditiva redefine la relación entre diseño y fabricación, permitiendo la materialización de piezas imposibles de fabricar previamente, o a costos muy altos.

El principal beneficio de crear un objeto a través de la impresión 3D es que esta tecnología ha reducido el tiempo necesario para obtener la primera versión de un producto haciendo realmente accesible producir una unidad o varias de forma rápida y a bajo costo en comparación con los métodos tradicionales, que suelen requerir mayor tiempo e inversiones de herramientas, moldes, entre otros. Al mismo tiempo, se elimina la necesidad de invertir en costosas herramientas, reduciendo el postprocesado, pérdida de material de producción y la intervención humana.

Entre las mayores ventajas de la impresión 3D se destaca la posibilidad de desarrollar piezas personalizadas o a medida con alto grado de detalle, en tiempos y costos reducidos; se trata de una tecnología especialmente útil durante el proceso de diseño para reducir plazos de prototipado y testeado, mientras que los métodos tradicionales de fabricación están orientados a la producción de miles o millones de unidades.

## FLUJO DE TRABAJO DE LA IMPRESIÓN 3D



## HISTORIA DE LA IMPRESIÓN 3D

La fabricación aditiva ha estado ganando protagonismo durante este último período de tiempo, sin embargo este método de fabricación viene siendo usada en ambientes profesionales hace más de 30 años.

La historia de la impresión 3D se remonta a 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. En 1984, algunas adaptaciones y avances sobre el concepto de la inyección de tinta transformaron la tecnología de impresión con tinta a impresión con materiales.

1981

En Japón, Dr. Hideo Kodama (investigador del Instituto Municipal de Investigación de Nagoya) presenta una solicitud de patente para un «dispositivo de prototipado rápido», en la que se describe el sistema de curado de resina mediante rayo láser. La solicitud del científico japonés nunca se aprobó, debido a problemas de financiación.

1988-1992

Se desarrollan nuevos métodos de impresión 3D como el Sinterizado láser selectivo (selective laser sintering o SLS) y el Modelado por Deposición fundida (fused deposition modelling o FDM).

1992

Se concedió a Stratasys la patente del FDM, lo que marcó el comienzo del intenso desarrollo de esta tecnología. Uno de los primeros sectores en adoptarla, a principios de los 90, fue el de la medicina.

2006

Se fabrica la primera máquina del tipo SLS viable (antes muy costosas). Este hecho abre las puertas a la personalización masiva y a la demanda de fabricación de piezas industriales, y posteriormente de prótesis.

2008

Shapeways lanza su sitio web beta privado para ofrecer un nuevo servicio de co-creación entre la comunidad. Este nuevo sitio web permitirá a todos los diseñadores compartir sus diseños 3D tanto digitalmente como el objeto físicamente.

2008

Fabricación de la primera pierna de prótesis impresa en 3D: Se fabrica la primera pierna de prótesis impresa, la cual todas sus partes fueron impresas en 3D, en una sola pieza y sin necesidad de montaje.

2013  
Primera casa impresa en 3D : El trabajo que realizó la compañía china WinSun Decoration Design Engineering es una demostración más de que se pueden fabricar casas bajo costo (low cost) de forma rápida y masiva.

2017  
Adopción de la impresión 3D en la energía nuclear: La empresa Siemens instala una pieza impresa en 3D en una planta de energía comercial.

2017  
Creación de la primera impresora 3D de metal: Markforged presentó su primera impresora 3D de metal, la Metal X, cuyo proceso de impresión está cerca del MIM (Moldeo por inyección de metal). Se basa en un proceso de extrusión, puede crear piezas en acero, Inconel y cobre. Por lo tanto, el usuario podría obtener piezas hechas de cobre puro, lo cual es poco común en el mercado de fabricación aditiva.

2020  
Covid19 e impresión 3D : Con el estallido de la pandemia de Covid-19, la tecnología de impresión 3D se convierte en clara salvadora y demuestra todo su potencial y valor. Ayuda produciendo y fabricando rápidamente y desde cualquier lugar los materiales necesarios ante un escenario apocalíptico de crisis y escasez de recursos en materiales de protección sanitaria.

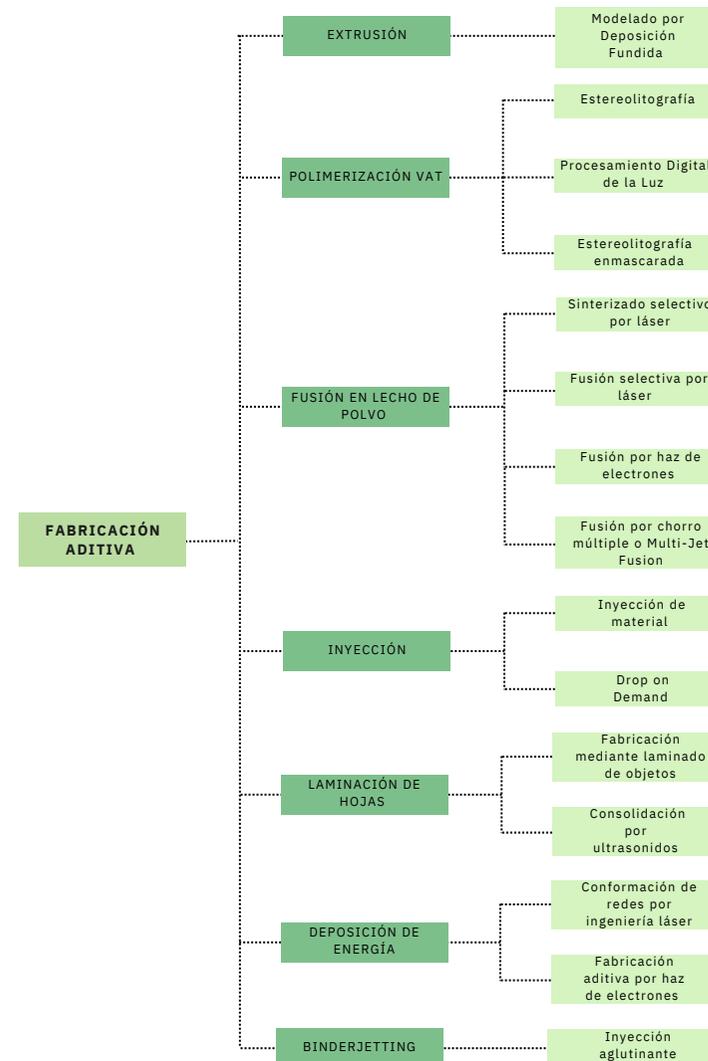
2021  
Creación de la primera prótesis ocular en 3D: En Reino Unido un paciente recibe la primera prótesis ocular impresa en 3D del mundo. Con la impresión 3D, una vez que se ha realizado un escaneo, la prótesis se puede imprimir en dos horas y media. Luego se envía a un especialista para terminar de pulir y ajustar, en un proceso que en total lleva de dos a tres semanas.

## TIPOLOGÍAS DE IMPRESIÓN

Actualmente se emplean diferentes técnicas de fabricación aditiva en el mercado, todos los métodos tienen sus ventajas y desventajas; dependiendo de plazos, presupuestos, requisitos del producto, materiales de impresión y la precisión lograda de la pieza, el usuario puede elegir qué tipo de método aditivo es el que se adaptará mejor a su proyecto.

A raíz del crecimiento exponencial de esta tecnología, se generan continuamente infinidad de tipologías de impresión 3D, según el libro *“The 3D Printing Handbook: technologies, design and applications”* desarrolla la siguiente clasificación: (esquema).

En total, se han identificado y establecido ocho categorías diferentes de procesos de manufactura aditiva. Estos siete procesos de impresión 3D han dado lugar a diez tecnologías diferentes que las impresoras 3D utilizan hoy en día. No obstante, las tres tecnologías de impresión 3D más extendidas y desarrolladas son Modelado por Deposición Fundida (FDM - FFF), Estereolitografía (SLA) y Sinterizado selectivo por láser (SLS).



## ESTEREOLITOGRAFÍA (SLA)

La estereolitografía (SLA) es la primera tecnología de impresión 3D del mundo inventada en 1986. Este proceso utiliza el principio de fotopolimerización para crear modelos 3D a partir de resinas sensibles a los rayos UV. Las piezas se conforman capa a capa desde este líquido y mediante el recorrido del láser que lo va solidificando. La plataforma de impresión va bajando dentro del depósito de líquido y de esa manera el producto se va conformando. Se requiere estructura auxiliar para las partes salientes que se conforman en el mismo material.

Probablemente la característica más destacable de esta técnica es que se obtienen piezas con muy buena definición y terminación superficial, siendo la tecnología más utilizada para la creación de prototipos, en todas las áreas de la industria gracias a su velocidad y dependiendo de la calidad de la impresora, también es posible obtener piezas funcionales inmediatas. Los materiales para esta técnica han sido diseñados para imitar propiedades de materiales complejos en el corto plazo como la resistencia a altas temperaturas para hacer pruebas con los prototipos. SLA también se utiliza para la producción de moldes de inyección o fundiciones, especialmente en el mundo de la joyería y la odontología.

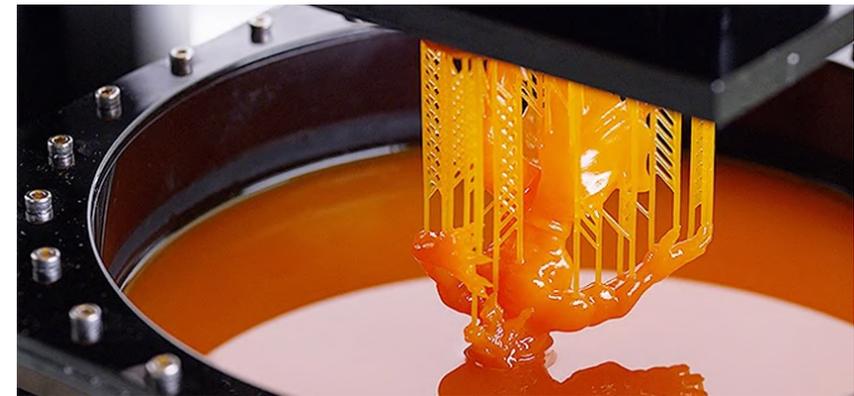


Fig 10: Nota. Adaptado de Tecnología SLA, 2017 3d natives(<https://www.residuosprofesional.com>)

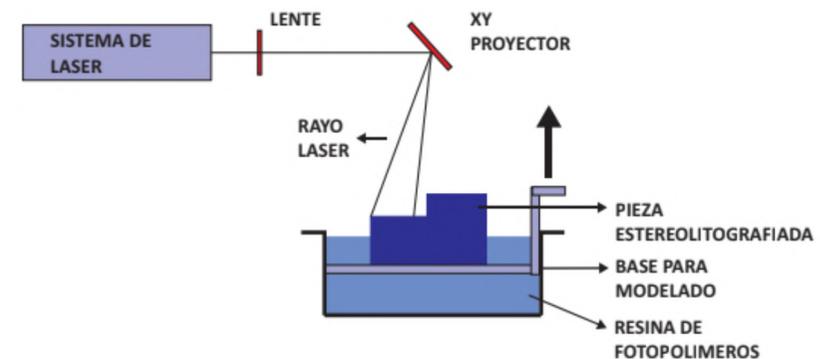


Fig 11: Nota. Adaptado de Tesis de Grado "Tron" (p9) por Pereira, Schaich, 2013

## SINTERIZADO SELECTIVO POR LÁSER (SLS)

Sinterizado selectivo por láser este proceso se basa en la creación de un objeto mediante tecnología de fusión en lecho de polvo y polvo polimérico. Esta técnica consiste en fundir mediante uno o varios haces de luz láser un polvo de plástico u otros materiales. Una máquina de sinterizado láser esparce una capa de polvo sobre una plataforma y luego el haz de láser lo funde guiado por un archivo digital, esto se hace capa por capa para conformar el objeto a la vez que la plataforma va descendiendo para depositar la próxima capa sin la necesidad de utilizar estructuras auxiliares de soporte, ya que el polvo actúa como material autoportante. Esto permite construir geometrías intrincadas y complejas.

Mediante esta técnica se pueden imprimir piezas conformadas por varios componentes, incluso uno dentro de otro en un solo acto de producción. Asimismo, las piezas de plástico que son obtenidas presentan buena resistencia mecánica. Es aplicada para prototipos funcionales para prueba de productos, piezas auxiliares como plantillas de colocación y componentes de productos en pequeñas series.

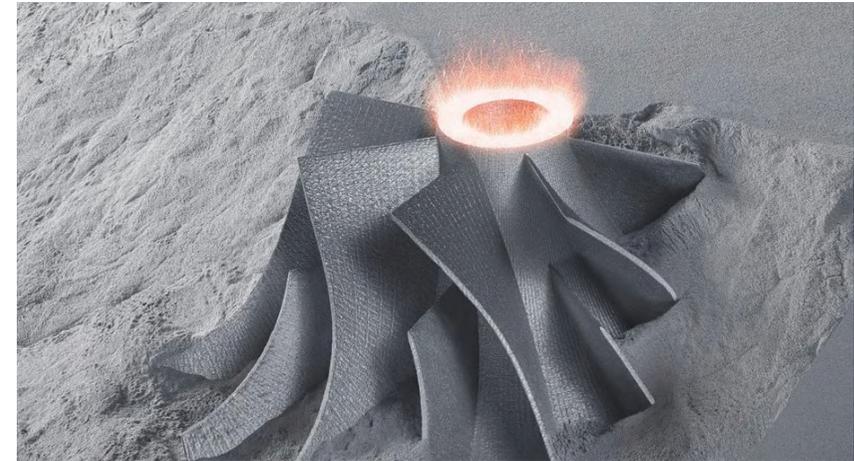


Fig 12: Nota. Adaptado de Sinterizado Selectivo por láser, Innovación y tecnología (<http://www.innovacion-tecnologia.com/>)

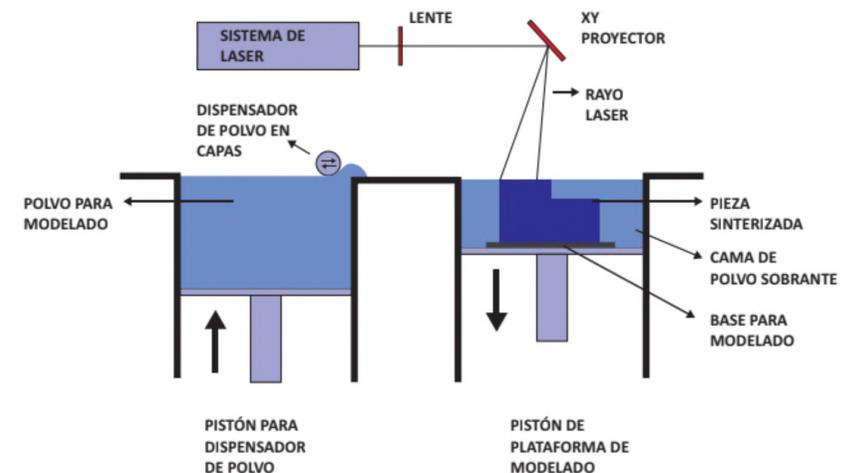


Fig 13: Nota. Adaptado de Tesis de Grado "Tron" (p9) por Pereira, Schaich, 2013

## MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA (FDM/ FFF)

La técnica de impresión 3D por deposición de filamento o FDM, consiste en la generación de un objeto en tres dimensiones a través de la extrusión de capas sucesivas de material en estado plástico mediante una boquilla extrusora, esta boquilla se calienta hasta la temperatura deseada y posteriormente un motor impulsa el filamento a través de ella, provocando que el material se derrita.

La impresión se realiza en una superficie plana horizontal, en donde el material se deposita para enfriarse y solidificarse. Según el tipo de material que se utiliza para imprimir es necesario que la plataforma adquiera temperatura para ayudar a la adherencia de las primeras capas para evitar posibles deformaciones de la pieza.

Dependiendo de la geometría del objeto, a veces es necesario añadir estructuras de soporte, que luego de impresa la pieza estos soportes son retirados del modelo, en tecnologías avanzadas o industriales, estos soportes son solubles en agua u otros químicos, facilitando su extracción.

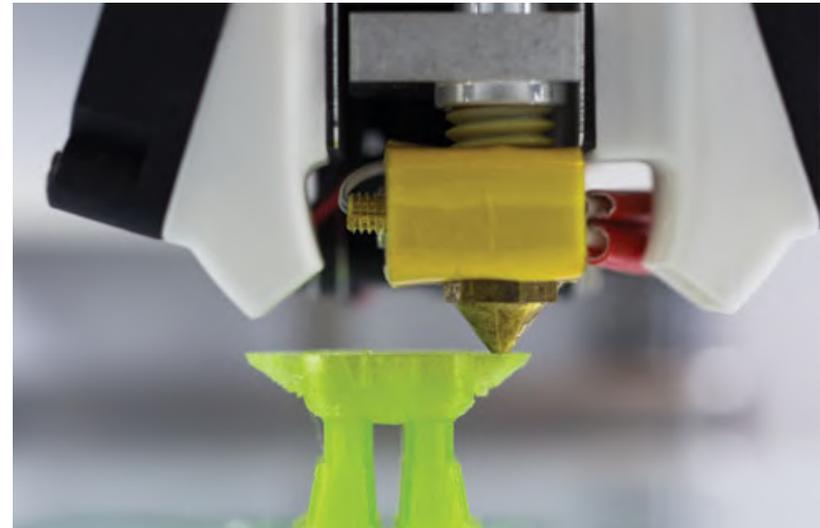


Fig 14: Nota. Adaptado de Impresión FDM, (<https://www.impresioni3d.com/>)

Uno de los mayores atractivos de esta técnica es la posibilidad de utilizar diferentes materiales, el material define los rangos de velocidad, resolución, temperatura de la boquilla y de la superficie de impresión que debe tener la impresión.

En la actualidad es el método de impresión 3D más utilizado y de mayor potencial de expansión en la fabricación de objetos finales, debido a que es una tecnología relativamente accesible que permite a particulares y talleres no industriales utilizarla para fines propios.

Su costo, su manejo o su velocidad de ejecución hacen que la tecnología de deposición de material fundido sea una técnica utilizada en varios campos: aeroespacial, automotriz, arquitectura, medicina, decoración, arte y hasta cocina, principalmente para aplicaciones de tipo de prototipado rápido o validación de modelos visuales y/o partes funcionales.

Para aquellos usuarios principiantes que desean adentrarse en el mundo de la Fabricación digital en un entorno doméstico, la impresión FDM es la indicada ya que se encuentra entre las más baratas y podría decirse la más sencilla de utilizar, sin conocimientos previos.

No obstante, es importante aclarar y diferenciar las distintas gamas de impresoras FDM que se encuentran en el mercado, podemos categorizar a grandes rasgos por impresoras domésticas e impresoras de usos más industriales. Estos tipos de impresoras a las que denominamos como impresoras domésticas, son impresoras que han ido evolucionando rápidamente, son las que más abundan en el mercado de impresión 3D y existe una gran variedad tanto en modelos, capacidades y precios.

Hoy en día se puede decir que, generan objetos de muy buena calidad y muy buen acabado superficial. Una posible desventaja, es que al ser máquinas más económicas, a diferencia de las industriales, su automatización y confiabilidad no es la misma, no son máquinas para estar imprimiendo las veinticuatro horas del día y es necesario realizarle mantenimiento constantemente.

## FUNCIONAMIENTO IMPRESORA FDM

- 1: Filamento es introducido por el orificio del extrusor
- 2: El extrusor dispone de un sistema que aprisiona al filamento para que avance o retroceda según la necesidad
- 3: Boquilla que calienta el filamento hasta su temperatura de fusión
- 4: El filamento es arrojado por la punta a su temperatura de fusión por una boquilla
- 5: El materia extruido puede ser depositado sobre estructuras de soporte, según la complejidad de la pieza impresa
- 6: La cama de impresión es movida a la posición para depositar material

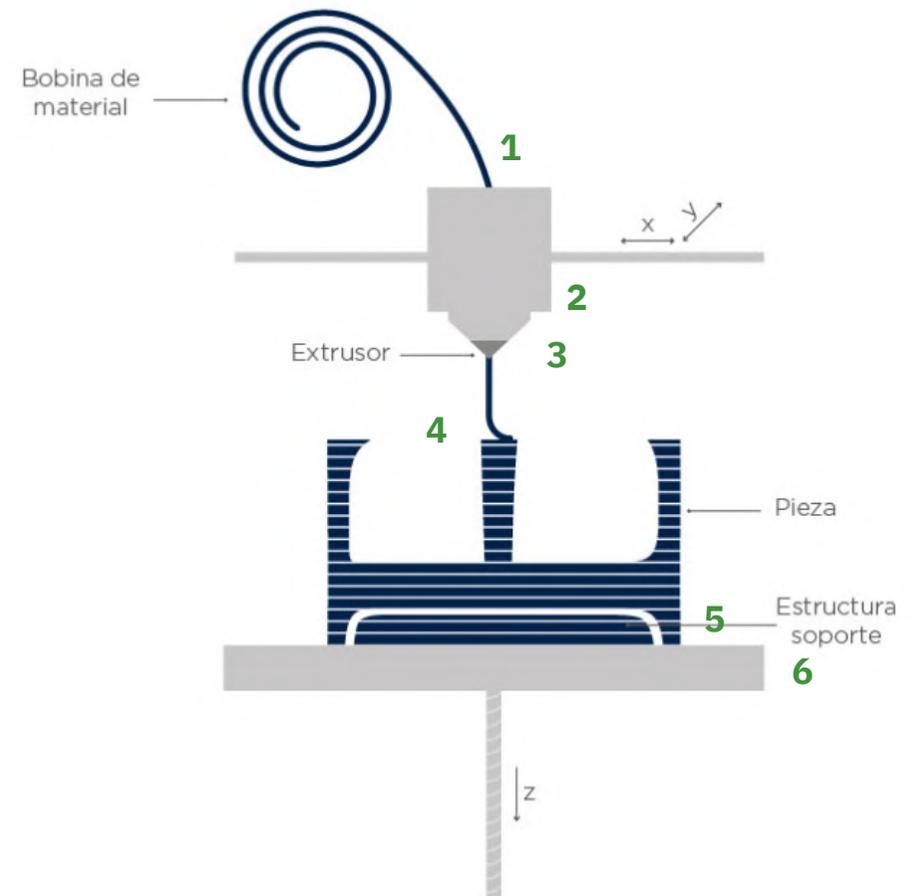


Fig 15: Nota. Esquema de impresora FDM , (<https://eddm.es/blog-ingenius/fused-deposition-modeling-fdm/>)

## **SITUACIÓN ACTUAL DE LA IMPRESIÓN 3D - URUGUAY Y GLOBAL**

A modo de establecer un acercamiento directo sobre la situación actual y futuro de la impresión 3D en Uruguay, se consultó a expertos del tema; desde proveedores de filamentos e impresoras, hasta usuarios de impresión como emprendedores. Gran parte de la información presentada, está formulada en base a las respuestas obtenidas de Joaquín Vega (Diseñador Industrial y emprendedor de VegaDS) y en parte de Miguel Sofía (Macrotec).

La impresión 3D tuvo un crecimiento exponencial en los últimos años, podría decirse que una gran influencia, fue la aparición de máquinas económicas de uso doméstico de menos de mil dólares. Esto provocó, una explosión en la demanda de impresoras y materiales junto con un lógico crecimiento de la oferta local. En un lapso breve, se ha registrado un crecimiento considerable, en la cantidad de empresas distribuidoras y marcas vinculadas al rubro. Por otro lado, la pandemia de COVID-19 también influyó en la visualización de esta tecnología, ya que debido a la escasez de elementos médicos, la impresión 3D tomó un rol importante en la fabricación y abastecimiento de respiradores, hisopos, vísceras, entre otros.

El mercado cambió rápidamente, pasando de ser una tecnología solo disponible para empresas consolidadas, capaces de adquirir máquinas profesionales de más de 5 mil dólares; a un mercado colmado de pequeños emprendedores; además de estudiantes de carreras proyectuales y particulares (makers) dándoles un uso personal.

Esto impactó fuertemente en las empresas que buscaban ofrecer servicios de impresión, como Copiplan, Fabrix y Zona 3D, entre otras. Estas empresas no pudieron competir debido a los altos costos de funcionamiento. Sin embargo, por otro lado, esta situación resultó muy beneficiosa para los importadores y distribuidores, ya que experimentaron un crecimiento exponencial en sus ventas.

Como fue mencionado anteriormente, en el mercado de la impresión podemos encontrar; por un lado, pequeños emprendimientos que suelen aparecer y desaparecer diariamente. Estos ofrecen impresiones a bajo costo (solo rentable para particulares sin empleados, que no pagan impuestos, ni local) y utilizan modelos gratuitos de internet como macetas y piezas vinculadas al anime y los superhéroes, entre

otros tipos de objetos del estilo.

Por otro lado, la impresión 3D también está empezando a utilizarse cada vez más por liceos y otros centros de estudio, empresas y profesionales (diseñadores, arquitectos, ingenieros, hospitales). Esto se está dando de forma mucho más lenta y progresiva.

El nivel en la generación de modelos 3D originales y de desarrollo es muy bajo o nulo, sin embargo se pueden encontrar algunos emprendimientos más especializados, que trabajan para el rubro de diseño y arquitectura, empresas fabricantes.

Según lo mencionado por Vega; el rubro que está siendo realmente una revolución, es el rubro dental; al que ellos llaman “Sistema CAD/CAM”.

El abaratamiento de las tecnologías y el desarrollo de resinas con prestaciones específicas ha hecho que esto sea posible. En estos últimos años está en auge la utilización de software especializado en diseño odontológico, escaners e impresoras 3D de muy alto nivel (equipos que superan los 10 mil dólares cada uno). Son adquiridos por consultorios y laboratorios dentales para producir guías para colocar implantes, modelos dentales, placas miorrelajantes, entre otros productos.

## FUTURO DE LA IMPRESIÓN 3D - URUGUAY Y GLOBAL

Sin duda la impresión 3D llegó para quedarse y solo puede crecer, aunque seguramente a un ritmo más progresivo y estable. De igual manera, expertos como Antonio Sánchez González,(CEO de AsorCAD Engineering.) sostiene que no eliminará las tecnologías tradicionales, simplemente será una tecnología más. *“El futuro será híbrido, capaz de combinar lo mejor de cada tecnología para obtener productos personalizados, en menos tiempo y mejores”.* (Sanchez Antonio, 2021)

Por su parte, Joaquin Vega afirma que; *“Me sorprende lo lento que se ha incorporado la tecnología a nivel de empresas medianas y grandes de forma generalizada; ya que es una herramienta con un potencial y flexibilidad muy grande. Considero que esto va a cambiar en el mediano plazo a medida que las nuevas generaciones, con mayor manejo de la tecnología, vayan reemplazando a las generaciones anteriores en puestos de toma de decisiones. Creo que va a ser cada vez más común entrar, por ejemplo, a un taller mecánico o a una carpintería y ver una impresora en funcionamiento.”* (Vega,2022)

Todavía, continúa siendo una tecnología adoptada principalmente por los más "innovadores"; ya que las máquinas de bajo costo

todavía requieren de mucha atención, cuidados y mantenimientos.

Esto irá cambiando de manera progresiva, a medida que continúe mejorando la tecnología y las máquinas se sigan automatizando y perfeccionando. Es observable como año tras año las máquinas del mismo segmento tienen cada vez mejores funciones y son más fáciles de utilizar.

Menciona Joaquín que, hace 4 años con U\$S 500 la mejor opción era una máquina de estructura de acrílico, la cual había que componer pieza por pieza y no contaba con prácticamente ningún automatismo y sistema de sensores sofisticados. Hoy en día con la misma suma de dinero, es posible adquirir una máquina, ya pre ensamblada y autonivelada mucho más sólida, y que retoma la impresión después de un corte de energía, o espera que el usuario coloque más filamento si éste se termina.

Uruguay es un país pequeño y el costo de vida es alto. El mercado interno es reducido, y es poco competitivo como productor a gran escala. Esto queda demostrado en una industria nacional que no deja de disminuir y además aporta muy poco valor a la cadena de producción. Por todos estos motivos, *“soy un convencido de que la impresión 3D y la fabricación digital en general pueden ser una gran ventaja para nuestro país en particular, ya que simplifica enormemente la producción con alta calidad y diseño, siempre y cuando se produzca a escalas pequeñas”*. Esto será cada vez más una oportunidad para los diseñadores e innovadores. *“Espero que la política sea consciente de esto y aporten a su crecimiento.”*(Vega Joaquín,2022)

Sin duda nos espera un futuro en el que la impresión 3D va a ser un proceso productivo más en el sistema global, que será utilizado de forma cotidiana para aquellas actividades en las que es útil y convivirá con otros más tradicionales en aquellas que no lo es; generando nuevas oportunidades.

De igual manera, no hay que dejar de lado el punto de vista ecológico a futuro, el riesgo que genera la democratización de la producción provocada por estas tecnologías.

Ya que hay cada vez más personas creando nuevos objetos, utilizando materiales cada vez más complejos y más difíciles de reciclar. El avance en la formulación de materiales amigables con el medioambiente generan esperanzas pero, como siempre, el impacto está en las manos y la responsabilidad de quienes las usan.

## FILAMENTOS DE IMPRESIÓN 3D

Para generar un objeto en 3D a partir de esta tecnología, además de poseer una impresora y el diseño digital, es fundamental la materia prima. Para este tipo de impresoras FDM se utiliza un filamento termoplástico que se presenta en estado sólido y tiene la apariencia similar a un cable flexible de 1,75 mm a 3 mm de diámetro y que generalmente es almacenado en bobinas plásticas o de cartón.

Actualmente existen una amplia variedad de materiales y colores de los filamentos, en el que cada uno cuenta con diversas propiedades de impresión. En función de los requerimientos de impresión y de los resultados finales que se persiguen, se empleará un material u otro. Según los datos arrojados por la encuesta a usuarios de impresión 3D, los filamentos por excelencia empleados son principalmente el PLA, ABS e incluso en menor medida el PETG/PET, por lo tanto serán los estudiados en esta investigación.

En Uruguay se importan filamentos en su mayoría provenientes de Argentina, China y en menor medida de España. Las marcas más utilizadas son: eSUN, Creality, 3N3, Grillon 3, Sunlu, GTS.

Los materiales termoplásticos tienen la propiedad de poder fundirse, ser moldeables si se les aplica cierto calor y solidificarse cuando se enfrían. Este tipo de materiales se pueden reblandecer muchas veces y por lo tanto se pueden reutilizar proporcionando nuevas utilidades. (Arteaga, 2015).



Fig 16: Nota. Filamentos de impresora 3D, (<https://hardzone.es/tutoriales/rendimiento/filamento-impresora-3d/>)

## POLIÁCIDO LÁCTICO (PLA)

El Ácido Poliláctico es un biopolímero termoplástico, es el ácido carboxílico que mayor presencia tiene en la naturaleza. Es un material altamente versátil que se fabrica a partir de recursos renovables como son el almidón de maíz, trigo y caña de azúcar. Es un polímero claro y brillante, es un material biocompatible (puede ser utilizado en algún implante o prótesis), tiene una densidad baja, es permanente, inodoro, resistente a la humedad y a la grasa.

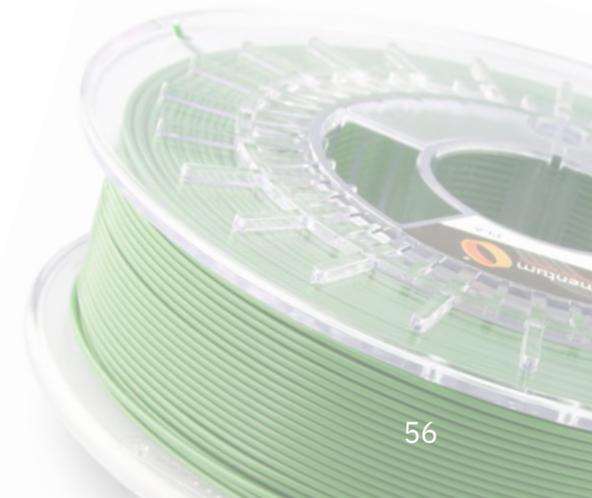
Es rígido y frágil, con una baja deformación por rotura y buena plasticidad térmica. Sus acabados son suaves, resistentes al rayado y al desgaste.

Desde hace algunos años se ha comenzado a cuestionar la verdadera sostenibilidad del filamento PLA. En efecto, el material es creado a partir de materiales provenientes de la naturaleza, pero a la hora de hablar de qué tan biodegradable es, la respuesta no es tan sencilla, ya que esto hace referencia a una descomposición bajo ciertas condiciones. El PLA se puede considerar como “compostable” pero solamente en las condiciones particulares de una planta de compostaje industrial. De no ser así puede tardar hasta 80 años en su descomposición.

Debido a sus facilidades de procesamiento, sus aplicaciones en la impresión 3D varían entre; principalmente para objetos estéticos decorativos y figuras, prototipados, maquetas. Se recomienda no utilizarlo para piezas que requieran de exigencias y complejidades mecánicas.

Como se ha comentado anteriormente, el PLA es uno de los termoplásticos más empleados en el mundo de la impresión 3D, por su precio y su disponibilidad. “Actualmente la producción mundial de PLA se encuentra entre 100.000 y 140.000 toneladas, aunque con el auge que sufre la impresión 3D estos datos varían constantemente por la demanda del producto” Richard, T (2008) citado por Arteaga, Laura (2015:49).

Fig 17: Nota. Filamento PLA , (<https://www.impresoras3d.com/producto/filamento-pla-smartfil-green-grass.com/>)



## POLIÁCIDO LÁCTICO (PLA)- CARACTERÍSTICAS

Propiedad	Valor
Densidad	1,24 g/ cm <sup>3</sup>
Temperatura de fusión	145 - 160°C
Alargamiento a la rotura	100 - 160%
Conductividad térmica	0,25 W/mK
Módulo de tracción	3,31-3,86 GPa
Resistencia a la tracción	110 - 145 Mpa
Temperatura de transición	55 - 60 °c
Print temperature	170 - 185 °c

<sup>4</sup> Fuente (Fillamentum,2013)



Fig 18: Nota. Esquema Adaptado Gráfica Radar por Mattehackers, <https://www.matterhackers.com/>

<sup>3</sup> MatterHackers (empresa estadounidense) ha creado un radar gráfico, una guía visual rigurosamente probada de las propiedades físicas de cada material.

<sup>4</sup> <https://fillamentum.com/>

## ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

El ABS es un polímero termoplástico derivado del petróleo, producido por la combinación de tres monómeros acrilonitrilo, butadieno y estireno. Cada monómero es un componente importante del ABS: el acrilonitrilo aporta resistencia a la temperatura, resistencia química y dureza superficial, mientras que el butadieno aporta fuerza y resistencia al impacto, y por último el estireno aporta procesabilidad y rigidez (Escobar,2013).

Es un material fuerte y duradero, las propiedades físicas del filamento ABS son muy buenas, como un alto nivel de resistencia a la tensión y rigidez. Empleado principalmente en la elaboración de piezas de tamaño mediano y grande; se utiliza en la industria automotriz, ingeniería, entre otras. Su resistencia al calor y a los productos químicos hace que el ABS sea favorable para muchas aplicaciones.

Es un plástico versátil, ya que permite aplicar diferentes tipos de acabados a su superficie. Se requiere poco procesamiento posterior cuando se imprime con filamento de ABS, un beneficio clave que te ahorrará tiempo en la producción de piezas complejas. Puede pintarse y resistir bien el tiempo con poca deformación observada.

Además puede reciclarse, permitiendo generar nuevo material plástico - filamento reciclado - para utilizarlo en la industria de la impresión 3D y desarrollo de nuevos objetos.

Fig 19: Nota. Filamento ABS , (<https://www.mpresoras3d.com/producto/filamento-abs-smartfil-azul-oscuco-cobalt/>)



## ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS) - CARACTERÍSTICAS

Propiedad	Valor
Densidad	1,04 g/ cm <sup>3</sup>
Temperatura de fusión	220 - 240°C
Alargamiento a la rotura	20%
Conductividad térmica	0,17 W/mK
Módulo de tracción	60 GPa
Resistencia a la tracción	32 Mpa
Temperatura de transición	55 - 60 °C
Print temperature	220 - 240°C

Fuente (Fillamentum,2013)

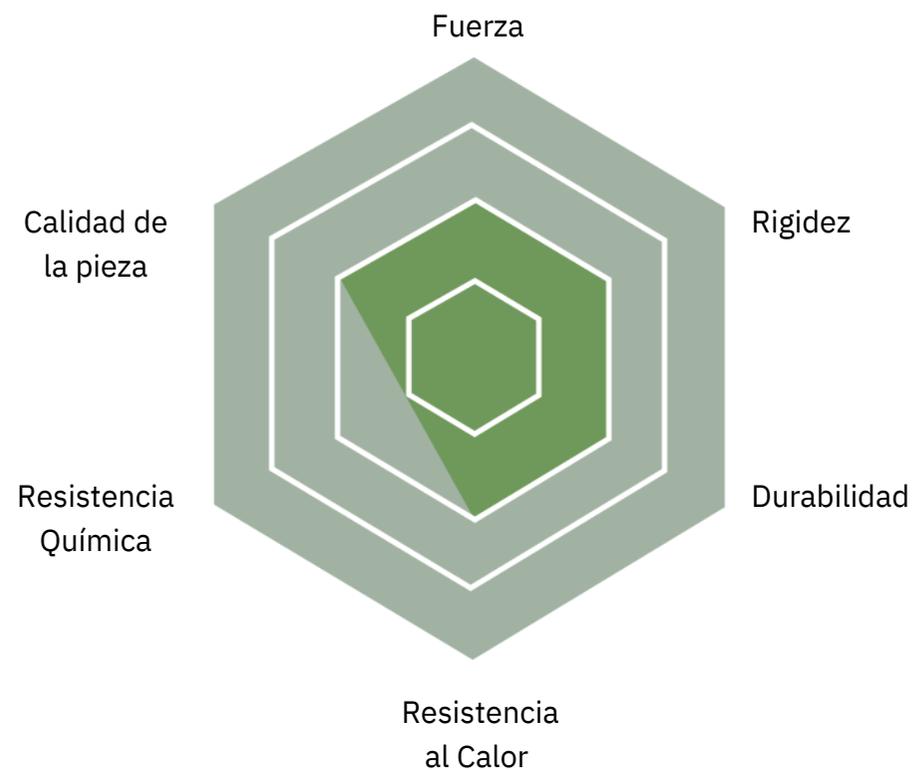


Fig 20: Nota. Esquema Adaptado Gráfica Radar por Mattehackers, <https://www.matterhackers.com/>

## **POLIETILENO TEREFALATO (PET) -PETG**

PET: “El Polietileno Tereftalato es el polímero termoplástico de uso doméstico por excelencia. Químicamente el PET es un polímero que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres.” (Arteaga, 2015: 52)

Para la impresión 3D, se utiliza una variante del PET denominada PETG (o PET-G). La G del final significa Glycol-modificado, y se refiere a un cambio en la estructura química del polímero que lo hace más transparente, menos frágil y más fácil de procesar que el PET común. Con estas mejoras y su facilidad de impresión el PETG se ha convertido en uno de los materiales más usados en impresión 3D.

El PETG es conocido por ser un material excepcionalmente fuerte y esto lo hace ideal para aquellos objetos que serán sometidos a una tensión mecánica. Es duro, flexible y resistente, no absorbe agua, es inodoro, muestra una buena adhesión entre capas, poca deformación durante la impresión y resistencia a ambientes con temperaturas bajas.

El filamento ofrece el mismo nivel de funcionalidad que el ABS , que es la resistencia a la temperatura y la fuerza, pero también presenta la facilidad de ser impreso como el PLA.

La aplicación de este material se centra en la producción de piezas que necesitan flexibilidad y buena resistencia a los golpes. Además por sus características permite realizar piezas para el exterior y objetos que necesiten cierta elasticidad y resistencia y/o que puedan soportar ataques de agentes químicos.

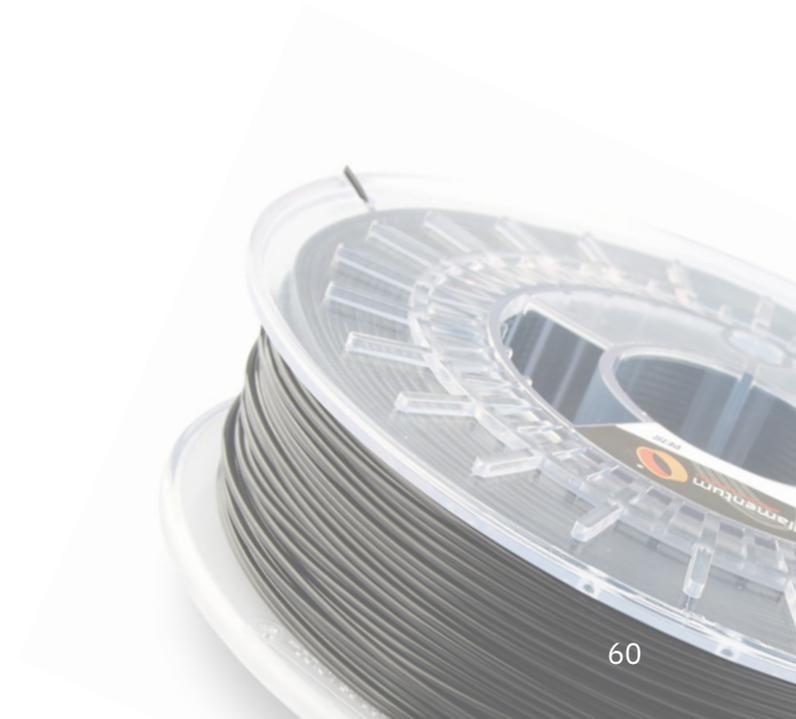


Fig 21: Nota. Filamento PETG , (<https://www.impresoras3d.com/producto/filamento-abs-smartfil-negro/>)

## POLIETILENO TEREF TALATO (PET) -PETG CARACTERÍSTICAS

Propiedad	Valor
Densidad	1,27 g/ cm <sup>3</sup>
Temperatura de fusión	235 - 255°C
Alargamiento a la rotura	120%
Resistencia a la flexión	700 kg/cm <sup>2</sup> : media
Resistencia al impacto	105 KJ/m <sup>2</sup> : media
Resistencia a la tracción	50 Mpa: media- baja
Temperatura de transición	85°C
Print temperature	235 - 255°C

Fuente (Fillamentum,2013- Abax, 2020)

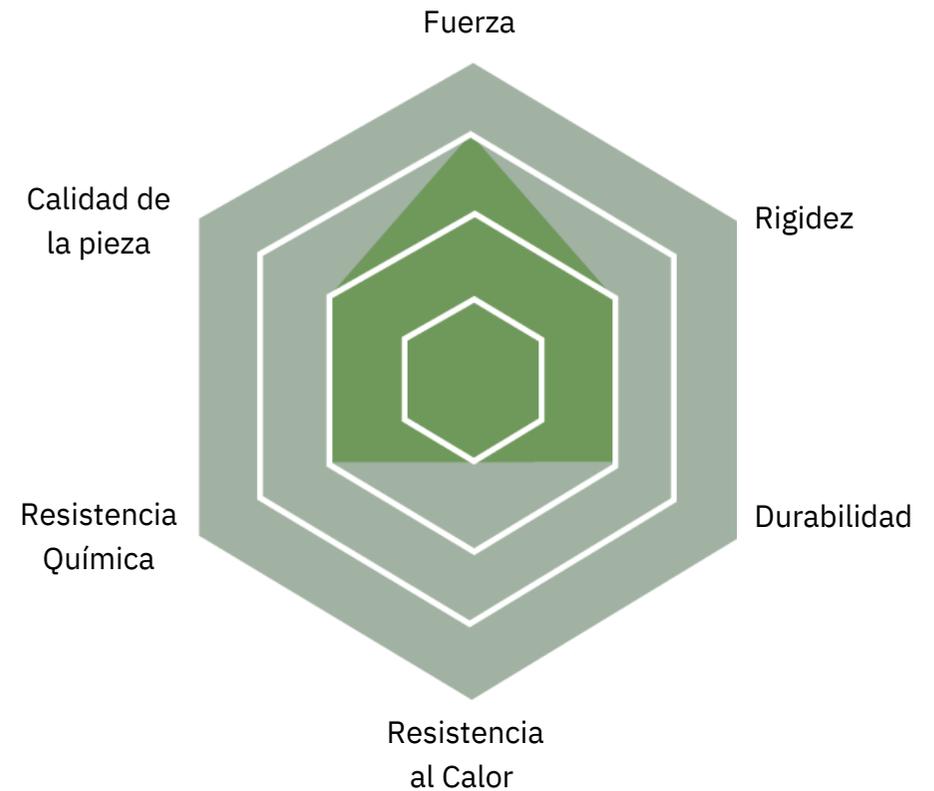


Fig 22: Nota. Esquema Adaptado Gráfica Radar por Mattehackers, (<https://www.matterhackers.com/about/radar-graphs-guide>)

# 03

## RELEVAMIENTO DE DATOS

3.1 Recolección de datos

3.2 Análisis de datos

## 3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

### **ENCUESTA A USUARIOS DE IMPRESIÓN 3D FDM EN MONTEVIDEO**

Al ser una actividad cuyo material fundamental es el plástico, se cree comúnmente que los residuos generados son tratados de igual manera que los de envases y/o descarte industrial. Asimismo, es una realidad que las cantidades de residuos de la impresión 3D hoy en día no son demasiado preocupantes, pero de igual manera al ser una actividad que esta en constante crecimiento, es necesario comenzar a atender y observar los residuos que se generan y su repercusión a nivel nacional en cuestión de contaminación.

Con el fin de obtener los datos necesarios, realizamos una encuesta a la comunidad "Maker" de Montevideo. Esta comunidad está compuesta por aquellos usuarios de impresión 3D en Uruguay; desde pequeñas empresas, emprendimientos, negocios, hobbistas y estudiantes.

Es una encuesta sencilla de 10 preguntas múltiple opción (anexo), la cual fue difundida vía Whatsapp a través de un grupo de esta red, en el cual gran parte de esta comunidad interactúa para compartir información sobre la actividad, brindar datos de filamentos, organizar instancias de trabajo colaborativo y entre otros. Obtuvimos una suma de 58 respuestas.

### **ENTREVISTA A PROVEEDORES DE FILAMENTO DE IMPRESIÓN 3D EN MONTEVIDEO**

Para conocer los volúmenes de residuos que genera la actividad de impresión 3D, primeramente es necesario saber los volúmenes de consumo/venta de filamentos y cantidad de personas que adquieren este material en Montevideo. Al no existir registros o datos accesibles sobre estas cantidades, obtuvimos estos datos a partir de entrevistas que realizamos a algunos de los proveedores de filamentos e insumos de impresión 3D.

La selección de estos proveedores se fundamenta en base a los datos arrojados por la encuesta anterior, tomamos los cuatro principales proveedores: Macrotec, Vacodir, Fabrix y Robotec.

Al realizar una encuesta a usuarios de la impresión 3D y otra a proveedores, obtenemos datos de ambas perspectivas consumidor - proveedor.

---

<sup>5</sup>

Ver Anexo - pág 141 datos entrevista y encuestas.

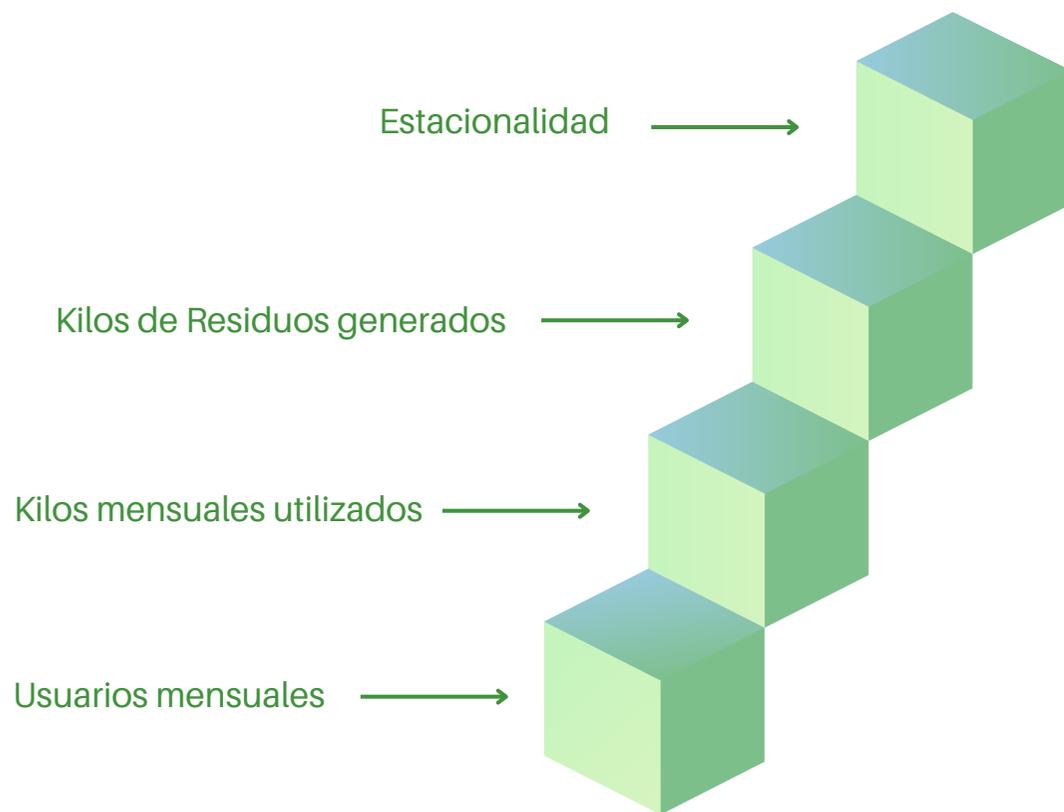
## 3.2 ANÁLISIS DE DATOS

En la presente etapa analizamos y reflexionamos sobre los datos obtenidos en las entrevistas y encuesta, con el fin de conocer el mercado a nivel consumidor y proveedor. Es decir, identificar los usuarios mensuales totales, los kilos mensuales utilizados, los residuos mensuales generados, así como también la distribución de consumidores en lugares de venta, compras mensuales en los locales distribuidores más concurridos, la concentración geográfica de residuos.

Asimismo, identificar las cantidades de material residual, es importante para luego establecer las posibilidades y métodos de reciclaje y recuperación de estos residuos.

En las páginas siguientes, se encuentran diversas tablas que muestran y detallan el análisis realizado para llegar a las cifras que se utilizarán y aplicarán durante el proyecto.

# CUANTIFICACIÓN DE RECURSOS DISPONIBLES



## USUARIOS MENSUALES

Con el objetivo de conocer el mercado de la impresión y cantidad de **usuarios que hacen uso de la misma**, se elaboraron cálculos estimativos mediante los datos obtenidos por las encuestas de usuarios y entrevistas a proveedores.

En una primer instancia, según las encuestas de los usuarios de impresión 3D, el mercado de visitas se distribuye entre los siguientes distribuidores; Vacodir, Macrotec, Fabrix, Robotec, Jutim 3D, NartUy, Greakers and Makers y Uy 3D. En sí las primeras cuatro empresas proveedoras son las líderes del mercado, ya que suman más de un 80% del mercado total (81,82%).

En la siguiente gráfica, se visualizan los porcentajes de visitas de cada proveedor:

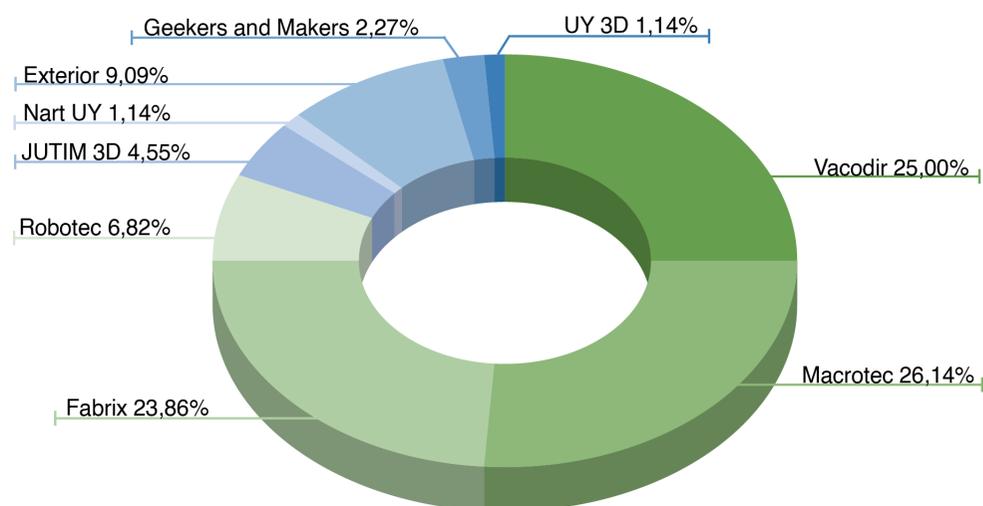


Tabla 1.1

ENTREVISTA PROVEEDORES	
Proveedores	Pedidos Mensuales
Vacodir	300
Macrotec	750
FABRIX	150
Robotec	30
Total (81,82%)	1230
<b>Total pedidos (100%)</b>	<b>1503,33</b>

1.1) A través de las entrevistas a los 4 proveedores más concurridos (Vacodir, Macrotec, FABRIX, Robotec), obtuvimos sus pedidos mensuales reales. El total de pedidos a estas tiendas fue de 1230.

**Sabiendo que estos 4 proveedores representan el 81,82% de los pedidos reales mensuales totales, calculamos el 100% en base al 81,82%, podemos decir que el total de pedidos de rollos de filamento mensuales es de 1503.**

Tabla 1.2

Cantidad de Lugares Visitados en el Mes	Porcentaje Cantidad de Encuestados	Usuarios por Cantidad de Lugares Visitados en el Mes
1 lugar	50,00%	751,67
2 lugares	29,17%	219,24
3 lugares	10,42%	52,20
4 lugares	8,33%	31,32
5 lugares	2,08%	6,26
<b>Total</b>	100,00%	<b>1060,69</b>
		<b>Usuarios Totales</b>

1.2) Teniendo en cuenta que muchos de los usuarios compran su filamento en más de un lugar (dato arrojado por la encuesta a usuarios), es importante aclarar que **visitas** (física o virtual) es diferente a lo denominado como **usuario**. Es decir, que un mismo usuario puede visitar a más de un proveedor al mes, por lo tanto categorizamos y distribuimos en base a la cantidad de lugares que visita cada usuario. **Como resultado se obtuvo que un 50% visita a un solo lugar y el otro 50 % se repartió entre 2,3,4 y 5 lugares. Usuarios Mensuales Totales: 1060.**

## 2) KILOS DE PLÁSTICO MENSUALES UTILIZADOS

Tabla 2.1

Categorías	Rollos de Filamento (Proxy)	Porcentaje de Adquisiciones Mensuales
Menos de 1 rollo	0,25	29,31%
1 rollo	1	29,31%
Entre 2 y 5 rollos	4	24,14%
Más de 6 rollos	7	17,24%
Total		100,00%

2.1) Para determinar los kilos mensuales utilizados, es importante tener en cuenta que los usuarios consumen diferentes cantidades según su actividad y/o rubro.

Para obtener la cantidad de filamento que consume un usuario mensualmente, se tomaron los datos de la encuesta a usuarios.

A modo de concretar los resultados, se utilizaron valores "Proxy" que representan un número específico en el rango estipulado. 0,25 rollo para aquellos que respondieron "Menos de 1", 4 rollos para quienes respondieron "entre 2 y 5" y 7 para aquellos que utilizan "más de 6".

La variable "Proxy" es una variable que se utiliza como aproximación cuando la variable de interés no puede ser medida directamente. En este caso, utilizamos los valores de la muestra (encuesta) para aproximar los valores de la población de interés (los usuarios generadores de residuos de impresoras 3D).

### INCLUSIÓN DE LAS BOBINAS EN LAS CANTIDADES TOTALES



La bobina es un tipo de estructura cilíndrica "carrete", en la cual el material filamentosos es enrollado alrededor está para ser almacenado y transportado.

Son plástico de alto impacto (85% de HIPS/ABS), entre ellos PS (Poliestireno), ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) o HIPS (High Impact Poly Styrene) y en muy pocos casos, de cartón. En repetidas ocasiones, ocurre que no se especifica el tipo de plástico con el que está fabricada la bobina, esto dificulta su clasificación y posteriormente identificar si es posible que se recicle o no. El peso neto de cada bobina es de 200 g.

Contaremos este material dentro del total utilizado en la actividad, ya que no cumple otra función y luego de acabarse el filamento esta es desechada.

Tabla 2.2

Categorías	Kilos de Filamento	Kilos de Bobina	Cantidad de Usuarios Totales Mensual	Kilos Totales de Filamento en el Mes	Kilos Totales de Bobina en el Mes	Kilos Totales Utilizados por Mes
Menos de 1	0,25	0,20	310,89	77,72	62,18	139,90
1 rollo	1,0	0,20	310,89	310,89	62,18	373,07
Entre 2 y 5 rollos	3,0	0,60	256,03	768,08	153,62	921,70
Más de 6 rollos	7,0	1,40	182,88	1280,14	256,03	1536,16
		<b>Total</b>	1061	<b>2436,83</b>	<b>534,00</b>	<b>2970,83</b>

2.2) Se calcularon los kilos totales utilizados mensualmente, en base a los datos conocidos de kilos de filamento que utiliza cada usuario sumados los kilos de bobina, y multiplicado por la cantidad de usuarios mensuales totales (1061). **Los Kilos totales**

**utilizados mensualmente son 2970,83 kg**, de los cuales 2436,83 kg son de filamento y 534 kg son de bobina. Los kilos de bobina utilizados representan el 17,97% de los kilos totales utilizados.

Tabla 2.3

Promedio de Kilos de Filamento Utilizados por Usuario en el Mes	Promedio de Kilos de Bobina Utilizados por Usuario en el Mes	Promedio de Kilos Utilizados por Usuario en el Mes
2,30	0,50	2,80

2.3) En la tabla se indica el resultado del promedio de kilos de plástico utilizados **por usuario** mensualmente, (filamento + bobina), contando con un **total de 2,80 kg mensuales por usuario**.

### 3) RESIDUOS: PORCENTAJE DE RESIDUO POR USUARIO

Como se mencionó anteriormente, es un nicho que está creciendo exponencialmente y por ende sus desechos también. A diferencia de los métodos tradicionales de fabricación sustractiva, la fabricación aditiva añade material capa por capa, por lo tanto los tipos de residuos que se generan son diferentes, como ser: el descarte de filamento y material sobrante de impresión. Los encuestados sostienen que en un 50% lo que genera mayor cantidad de residuos son las impresiones fallidas, continuando con los soportes de impresión y en menor medida (13,8%) las impresiones de prueba.

Así mismo, se tomaron datos de la encuesta para saber el porcentaje de residuos que genera cada usuarios (en relación a un kilo de filamento =1 rollo).

Las categorías utilizadas como respuestas en la encuesta, no son valores exactos, por lo que para este cálculo también se utilizaron valores proxy de estas categorías. Es decir, para aquellos que respondieron "menos del 5%", se aproximó a un 5%, para aquellos que respondieron "menos del 10%", se aproximó a un 10%, y así sucesivamente.

Para calcular el promedio de residuos de filamento de un usuario promedio, se multiplicaron los valores proxy del porcentaje de residuos por los porcentaje de casos por residuos generados, y la suma de todas estas multiplicaciones dió como resultado el 14,05% como promedio de residuo que genera el usuario de la impresión 3D.

Categorías	Porcentaje de Residuos (Filamento) PROXY	Porcentaje Casos por Residuos Generados
Menos de 5%	5%	22,41%
Menos de 10%	10%	39,66%
Menos de 20%	20%	20,69%
Entre 20% y 30%	25%	12,07%
Más de 30%	35%	5,17%
<b>Total</b>		
		100,00%
		<b>14,05%</b>
		<b>Promedio de Residuos de Filamento, usuario promedio</b>

Tabla 3.1

### 3) RESIDUO: KILOS DE RESIDUOS MENSUALES

Tabla 3.2

TOTAL EN EL MES			
	Kilos de Residuos de Filamento Generados	Kilos de Residuos de Bobina Generados	Kilos de Residuos Mensuales
	342,42	534,00	876,42
<b>Residuos (Kilos)</b>	<b>39,07%</b>	<b>60,93%</b>	<b>100,00%</b>

3.2) Presenta el **total de kilos de residuos generados mensualmente**, en función del total de plástico utilizado (filamento + bobina) y el porcentaje de residuo que genera cada usuario (14,05%). **Kilos de residuos de filamento generados son 342,42kg** (siendo el 14% del material utilizado), **Kilos de bobinas son 534kg** (siendo el 100% de las bobinas utilizadas, ya que se desechan completas). La suma de ambos residuos **es de 876,42kg mensuales**.

Tabla 3.3

PROMEDIO POR USUARIO EN EL MES			
	Promedio de Kilos de Filamento Utilizados	Promedio de Kilos de Bobina Utilizados	Promedio Kilos Utilizados
	2,297	0,503	2,801
<b>Residuos (Kilos)</b>	<b>0,323</b>	<b>0,503</b>	<b>0,826</b>

3.3) En la tabla se muestra el promedio de kilos de residuo generado por usuario mensualmente, **sumando un total de 826 g de residuo por usuario**.

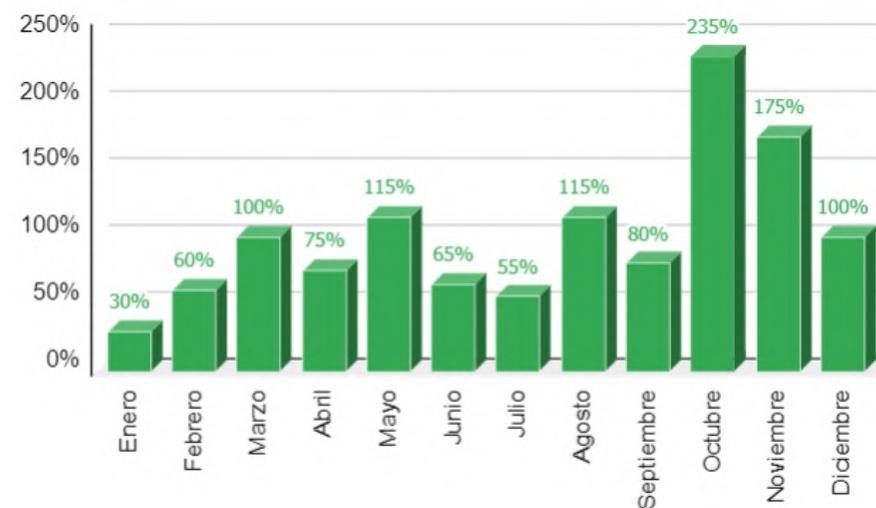
## ESTACIONALIDAD DE RESIDUOS

La estacionalidad es la "variación periódica y predecible del comportamiento de la demanda cada cierto período de tiempo, normalmente en períodos iguales o menores a un año, sobre un producto o servicio" (Guía de Sevilla, 2020)<sup>6</sup>

Para el presente proyecto, el cálculo de la estacionalidad es de utilidad para comprender cómo se deberán gestionar los residuos dependiendo la época del año. De hecho, no se obtienen la misma cantidad de residuos todos los meses, esto varía según el rubro y la demanda de productos. Por lo tanto, con los datos que arroja la estacionalidad, sabremos en qué meses se generarán más residuos y en cuales menos.

Los resultados se obtuvieron por un lado, mediante las entrevistas a los distribuidores, según los meses de mayor venta. Por otro lado, se consultó a usuarios de impresión 3D, sobre los meses de mayor y menor producción.

Como se puede observar en la gráfica de la derecha, los meses de mayor venta y por consiguiente de mayor producción son en primer lugar Octubre, seguido de Noviembre.



Cantidad de Residuos Anuales generados kg
10560,83

<sup>6</sup> Fuente: definición tomada de <https://laguiadesevilla.es/blog/la-estacionalidad-en-marketing/>

## SÍNTESIS DE DATOS



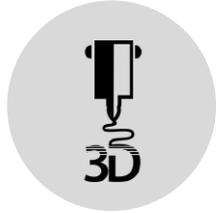
Usuarios mensuales totales en Montevideo

**1061**



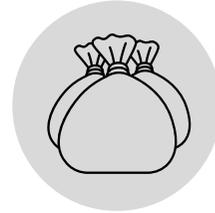
Kilos mensuales utilizados por usuario

**2,8 kg**



Uso de las impresoras

**50% fin comercial**



Kilos mensuales totales de residuos generados

**876,42 kg**



Tipo de plástico más utilizado

**PLA**



Residuos mensuales por usuario

**0,83 kg**



Kilos mensuales utilizados

**2970,83 kg**



Gestión actual de los residuos por parte de los usuarios

**37,7% clasifica**

**16,4% no clasifica**

**31,1% descarta los desechos a la basura**

# 04

## PROPUESTA

- 4.1 Herramientas para el desarrollo de un plan de gestión
- 4.2 Análisis de la situación actual de los residuos de impresión 3D
- 4.3 Alternativas de reciclaje
- 4.4 Plan de gestión

## 4.1 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN

*“La gestión de residuos comprende la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad del negociante o agente.” (Asociación Española para La Calidad, 2019)<sup>7</sup>*

El primer paso para una gestión de residuos es conocer los residuos. Para ello es necesario conocer sus **características**, es decir de qué materiales están compuestos, cómo se comportan ante diferentes alternativas, las **cantidades** que se generan y **donde** son generados. Con esta información se podrá diseñar una gestión adecuada que asegure el buen funcionamiento del sistema. (Cempre, 2021).

### INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS



Esquema extraído de Informe ONU medio ambiente "Gestión de residuos" (2019)

<sup>7</sup> Asociación Española para la Calidad. (2019) Gestión de los Residuos. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-los-residuos>

El plan de Gestión que se plantea en la presente investigación, es un instrumento de planificación estratégica, el cual está compuesto por objetivos, metas y líneas de acción que trazan el camino hacia dónde queremos ir, en cuanto a la gestión de residuos de impresión 3D en Uruguay, comenzando principalmente en Montevideo con visiones de expansión por otros departamentos en el futuro.

En esta primera etapa se concentraron los esfuerzos en el diseño de la estrategia metodológica para la ejecución del diagnóstico de la situación existente, así como para la formulación del Plan propiamente dicho. El primer paso en el proceso de planificación, lo constituye comprender la situación actual de la realidad en estudio. Por lo tanto en primera instancia se decidió realizar un análisis sobre la situación de los residuos. Con estos datos, se construye una primera aproximación a las estrategias que debe incorporar el plan, para alcanzar el resultado deseable.



## 4.2 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS DE LA IMPRESIÓN 3D

### **¿QUÉ SUCEDE CON EL MATERIAL RESIDUAL DE LA IMPRESIÓN 3D EN URUGUAY?**

En el caso de Uruguay, el Mercado de impresión 3D es muy pequeño en comparación con los países limítrofes. Con respecto al artículo 41 de la Ley N° 19.829, en nuestro país no existen fabricantes de filamento, como es el caso en Argentina de NTH-Grilon o Printalot. En Uruguay hay pocos importadores de filamento, quienes luego lo venden y distribuyen en el mercado. A diferencia de Argentina, en Uruguay la realidad de este tipo de residuo es que en comparación con otros de mayor magnitud - como ser los neumáticos o los envases - no están contemplados dentro de la normativa de Responsabilidad Extendida. Por lo tanto, la importación de estos productos, no está reglamentada en relación a las consecuencias ambientales de sus desechos.

De modo que, al no existir reglamentación sobre los residuos que genera la actividad de impresión, actualmente se tratan de igual manera que los otros plásticos residuales. Así es que, actualmente algunos de los proveedores de filamento, por un lado mezclan las bobinas residuales con restos de residuos generados en la empresa, y cuentan con una empresa contratada semanalmente para recolectarlos. Por el otro, al residuo filamentosos lo clasifican según tipo de material y luego lo almacenan, sin ningún fin específico.

Para el resto de micro emprendimientos de impresión 3D en Uruguay, no tercerizan los residuos con empresas de gestión, sino que los depositan en las volquetas barriales como residuos domésticos. En muchos casos también, según el interés propio del emprendedor, se clasifican y almacenan los restos de filamento y bobinas para manualidades o pruebas.

En el caso de las instituciones educativas que cuentan con FabLabs con impresoras 3D, la normativa rige de la misma manera que para las empresas. El FabLab del PTI, cuenta con una planta recolectora de residuos, en la cual se recolectan también los residuos filamentosos de impresión, y posteriormente se depositan en Cooperativa La Paloma. Mientras que en el caso de las bobinas, son almacenadas para posteriores proyectos manuales escolares.

Por otro lado, el LabFab de FADU, gestiona los residuos de la impresión en conjunto con los demás residuos plásticos del laboratorio, que luego son juntados con los residuos de FADU y gestionados de manera tercerizada por una empresa. Las bobinas, son almacenadas sin ningún fin específico.

## **NORMATIVA VIGENTE APLICABLE AL PLAN DE GESTIÓN PROPUESTO Y AUTORIDAD COMPETENTE**

El plan de gestión propuesto se ajustaría dentro de la normativa de gestión de residuos, y quien evalúa y controla es la Intendencia de Montevideo a través de la autorización correspondiente del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, según Resolución N° 3228/20 de dicha Comuna.

Si bien esta normativa no contempla a los residuos de impresión 3D, la normativa podría o debería extenderse a este tipo de residuos por lo que los responsables de estos serían las empresas proveedoras del filamento (Montevideo), quienes deberían gestionar ante la Intendencia de Montevideo la autorización correspondiente . (pág 25 -normativa de gestión).

## 1. GENERADORES DE RESIDUOS - CANTIDADES DE MATERIAL RESIDUAL

### INSTITUCIONES EDUCATIVAS

	Residuos Filamento (kg)	Residuos Bobina (kg)	Total Residuos Mensual (kg)
FAB LAB - FADU	0,6	0,8	1,4
FAB LAB - PTI CERRO	0,99	1,32	2,31

### CLIENTES DEL MERCADO PROVEEDOR LIDER

Residuos totales de clientes (kg)	Residuo filamento (39,07%) kg	Residuo bobina (60,93%) kg
717	280,1	436,8

### CLIENTES NO PERTENECIENTES AL MERCADO PROVEEDOR LIDER

Residuos totales de clientes (kg)	Residuo bobina (60,93%) kg	Residuo filamento (30%) kg
159,42	97,13	62,3

INSTITUCIONES EDUCATIVAS  
(FAB LABS)

+

CLIENTES DEL MERCADO PROVEEDOR LIDER

+

CLIENTES NO PERTENECIENTES AL  
MERCADO PROVEEDOR LIDER

=

**880 KG**

DE RESIDUOS MENSUALES  
GENERADOS

## 2. CENTROS DE ACOPIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Los FAB LABS seleccionados se ubican en el Polo Educativo Tecnológico del Cerro (Parque Tecnológico Industrial - PTI) y en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.



Fig 23: Nota. Mapa Montevideo ubicación Fablabs - tomado de Google Maps

## 2. CENTROS DE ACOPIO: LOCALES DE PROVEEDORES LÍDERES DE FILAMENTO

La selección de proveedores de filamentos de impresión 3D representa más del 80% del mercado existente, por esta razón, estos locales serán los puntos de acopio y recolección del material residual. La ruta de recolección se diseñará de acuerdo a la ubicación de estos puntos. Los locales se ubican de la siguiente manera en la ciudad de Montevideo:

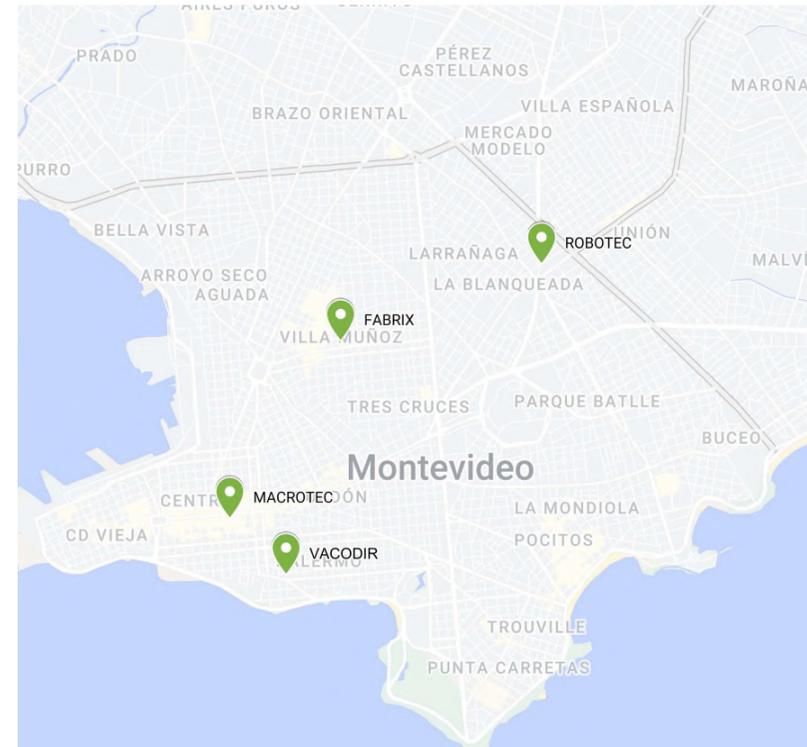


Fig 24: Nota. Mapa Montevideo ubicación proveedores - tomado de Google Maps

Los locales del mercado proveedor líder serán centros de acopio en los cuales los usuarios (tanto clientes como los no clientes) podrán depositar sus residuos según el tipo: bobinas, PLA, ABS y filamentos mezclados.

Para comprender como se distribuirá el material acopiado, tomamos los datos obtenidos en la entrevista a proveedores que resultaron de la cantidad de kilos vendidos por cada uno de ellos. A partir de este dato, se puede deducir el porcentaje de ventas que ocupa cada uno en el mercado, y así, en base al total de los residuos existentes, calcular la cantidad de residuos que recibirá cada uno de ellos.

El material residual total del mercado mensualmente de bobinas + residuos de filamento es de 876 kg, mientras que el residuo de los clientes del mercado proveedor seleccionado, es de 717,0kg.

## DATOS RELEVANTES

<b>Usuarios totales</b>	<b>1061</b>
<b>Clientes del mercado proveedor líder</b>	<b>868</b>

<b>Clientes de tienda</b>	<b>(48%)</b>
<b>Clientes de envío</b>	<b>(52%)</b>

<b>Residuos mensuales totales bobina + filamento (100% del mercado total)</b>	<b>Residuos mensuales bobina+filamento de clientes del mercado proveedor líder (81,82%)</b>
<b>876,42 kg</b>	<b>717 kg</b>

## CANTIDAD FINAL DE RESIDUOS EN CENTROS DE ACOPIO

A continuación, se detallará la cantidad final de residuos acopiados mensualmente, en cada local proveedor. Para alcanzar la sumatoria final de los residuos recolectados en los centros de acopio. Se tomaron en cuenta a los clientes de tienda, sumados los clientes de envío que consideramos como seguros (llevarían sus residuos a la tienda).

RESIDUOS DE BOBINA TOTALES (DE CLIENTES DE TIENDA + CLIENTES DE ENVÍOS SEGUROS)

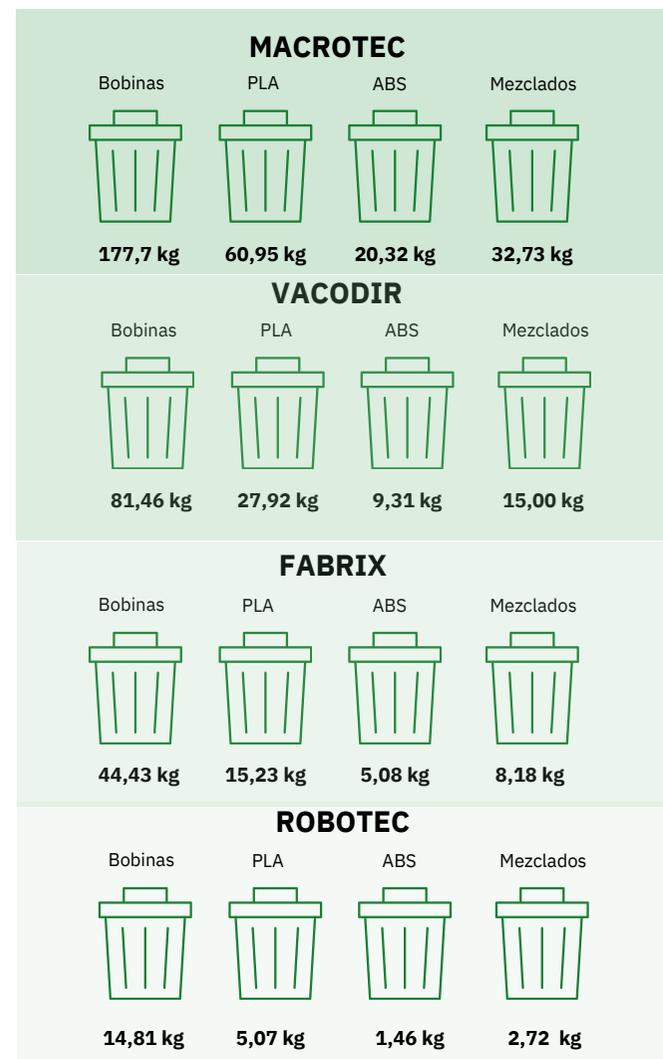


RESIDUOS DE FILAMENTO TOTALES (DE CLIENTES DE TIENDA + CLIENTES DE ENVÍOS SEGUROS)



**522,61KG**

DE RESIDUOS MENSUALES ACOPIADOS



<sup>8</sup> Ver Anexo - pág 158 análisis de datos cantidades de material residual

## 4.3 ALTERNATIVAS DE RECICLAJE

En la presente etapa, relevaremos, describiremos y analizaremos distintas alternativas existentes de reciclaje químico y mecánico para los residuos de impresión 3D, proporcionándoles una nueva vida, a través de la generación de un nuevo material. Las mismas son alternativas de reciclaje simple y sencilla que pueden ser practicadas y realizadas con pocos recursos y desde casa al estilo “DIY”.<sup>9</sup>

### ALTERNATIVA 1: PLACAS DE PLA

El material PLA es un termoplástico, es decir, este tiene la capacidad de fundirse y solidificarse mediante calentamiento y enfriamiento. Por lo tanto, posteriormente a su uso como filamento no existen mayores complejidades para darle una segunda vida y convertirlo en un nuevo material. Sin embargo, hay que tener en cuenta que si se funde y moldea reiteradas veces, sus propiedades físicas comienzan a cambiar gradualmente disminuyendo su posibilidad de reutilización.

La presente alternativa planteada es una idea desarrollada por Agustín Flowalistik, creador de un proyecto llamado Plastic Smoothie. Se trata de un proyecto colaborativo, el cual tiene como objetivo dar a los residuos de plástico una nueva vida, desde un punto de vista DIY (Do it Yourself).

Además, de los documentos informativos de Plastic Smoothie, nos contactamos con dos usuarios de impresión 3D (Marcelo Berruti y Jonatan Russo) que también han realizado pruebas con este tipo de técnica. De esta manera, experimentamos un acercamiento más directo con personas que podían contarnos sus experiencias, fallas y aciertos que se produjeron durante el proceso.

Esta alternativa se basa en diseñar un producto, para que pueda incorporarse en un nuevo ciclo revalorizando el material residual; esto se logra a través de la fabricación de placas de pla, que luego son utilizadas para elaborar nuevos objetos. Estas placas se realizan mediante un proceso de reciclaje mecánico y químico, que requiere de varias etapas para alcanzar el resultado final, las cuales serán explicadas más adelante.

Con las placas de plástico resultantes se pueden crear soluciones personalizadas en cualquier tamaño, estilo y color. Estas son idóneas para múltiples aplicaciones pero que no requieran resistencia mecánica; como cualquier tipo de objeto utilitarios de baja complejidad, objetos decorativos, accesorios, entre otros.

Asimismo, estas placas permiten ser cortadas con varias herramientas como trincheta, láser, torno de mano, y sierra,

<sup>9</sup> “DIY”: Do it Yourself - Házlo tu mismo

también perforadas y atornilladas sin presentar mayores complejidades.

## PRINCIPALES CONSIDERACIONES

Existen ciertas condiciones o aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de realizar este proceso de reciclaje. Como lo venimos mencionando durante todo el informe, primero y principal es importante hacer una previa clasificación por tipo de material plástico. Este aspecto es fundamental, puesto que para la fabricación de placas no se pueden mezclar distintos tipos de material plástico, sino que se puede utilizar solamente un tipo por placa. Esto se debe a que algunos de ellos se derriten a diferentes grados de temperatura, por lo tanto puede suceder que si se mezclan el material de menor temperatura se acabe quemando, además pueden ocurrir dificultades para adherirse entre sí.

Clasificar por color también puede tener un beneficio adicional. Según un usuario miembro colaborativo de Plastic Smoothie (seudónimo: blorgggg)<sup>10</sup>, menciona que clasificar por color puede ayudar a solucionar problemas, por ejemplo si un tipo de plástico se derrite de manera extraña o toma más tiempo que los demás, se logra identificar rápidamente cuál es el plástico a través de su color.

Aún cuando los plásticos son teóricamente iguales, pueden existir variaciones en su composición.



Fig 25: Nota. Clasificación de plásticos de impresión 3D. Tomado de Plastic Smoothie - Upcycled Plastic to Laser Cut Boxes (p.9),s.f. Instructables

## PROCESO Y FABRICACIÓN

Para comenzar con el proceso de fabricación, identificamos dos posibilidades sobre el primer paso del proceso, las cuales las analizaremos a continuación:

1. Según la bibliografía desarrollada por Flowalistik en Plastic Smoothie, lo primero que se debe hacer es triturar los materiales, utilizando una licuadora o trituradora de carne.

<sup>10</sup> blorgggg: <https://www.instructables.com/member/blorgggg/>

Por un lado, triturar el plástico antes de fundir tiene varias ventajas: i) los trozos de plástico más pequeños se derriten mucho más rápido, ii) se logra alcanzar un espesor de la placa más parejo y consistente sin burbujas, iii) genera mayor libertad y creatividad en el proceso de fabricación, permitiendo decidir qué colores y texturas se desea crear.

Por otro lado, podría decirse que en ciertos casos (depende como y con que se triture) existe una mínima posibilidad de que al triturar el plástico para obtener trozos más pequeños y luego agregarle calor, podría suceder que las uniones entre las moléculas de los plásticos se debiliten provocando que se pierda calidad y cierta resistencia mecánica en el material plástico.



Fig 26: Nota. Trituración de piezas. Tomado de *Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling* (p.4), por Flowastik ,s.f, Instructables.



Fig 27: Nota. Trituración de piezas. Tomado de *Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling* (p.4), por Flowastik ,s.f, Instructables.

2. Como segunda posibilidad, se encuentra la técnica realizada por el usuario de impresión Marcelo Berruti. Esta consiste en colocar las piezas de plástico sin triturar, desparramadas por la placa y luego fundirlas. Esta técnica tiene como complejidad que al utilizar piezas de plástico grandes y completas tardan más en derretirse y hay mayores posibilidades de obtener burbujas dentro del plástico, que en algunos casos terminan arruinando el panel.

Posteriormente a esta primera etapa, se procede a fundir el material: primeramente se debe precalentar el horno a 190 - 200 ° C. Luego se coloca el plástico desparramado en una placa para horno, intentando alcanzar un espesor lo más parejo posible aprox 3 mm, con papel de teflón por debajo y por encima del

plástico. Se deja en el horno durante 20 - 25 minutos hasta alcanzar que el plástico se encuentre en un estado viscoso.

Una vez retirado del horno, las láminas son sometidas a presión durante 10 minutos hasta que el panel se enfríe. De esta manera se logra obtener un espesor constante y fino (3 mm) para posteriormente poder cortarlas con láser de manera pareja.

Por último, las placas pueden ser lijadas y luego cortadas a láser o manualmente según lo que disponga cada persona.

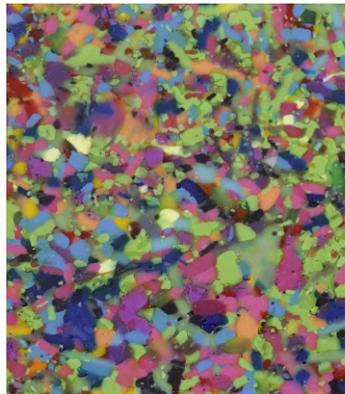


Fig 28: Nota. Placas de PLA reciclado. Tomado de Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling (p.7), por Flowastik ,s.f, Instructables.



Fig 29: Nota. Placas de PLA reciclado. Russo, Jonatan JunioR 3D- Argentina



Fig 30: Nota. Corte a láser piezas. Tomado de Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling (p.10), por Flowastik ,s.f, Instructables.



Fig 31: Nota. Caja reciclada a partir de plástico reciclado de impresión 3D. Tomado de Plastic Smoothie - Upcycled Plastic to Laser Cut Boxes (p.9),s.f. Instructables

Como principal ventaja de utilizar plástico residual de la impresión 3D es que es un material plástico pre consumo, esto quiere decir que es un “plástico proveniente de residuos limpios y de fácil identificación, no contaminados por partículas extrañas” (Cempre, 1998). De modo que, en la práctica estos tipos de residuos permiten ser recuperados en un 100%.

Otro aspecto a destacar ampliamente, es la capacidad de volverse a moldear y calentar si así se requiere. Por ejemplo: si el procedimiento de prensado sale mal, solamente se necesitaría derretir el panel de plástico nuevamente y repetir el proceso. Incluso, puede ser útil para mezclar la mitad de restos de láminas

viejas con la mitad de plástico triturado nuevo para ayudar a que todas las partes se fundan de manera uniforme. (Flowastik Plastic Smoothie,2018).

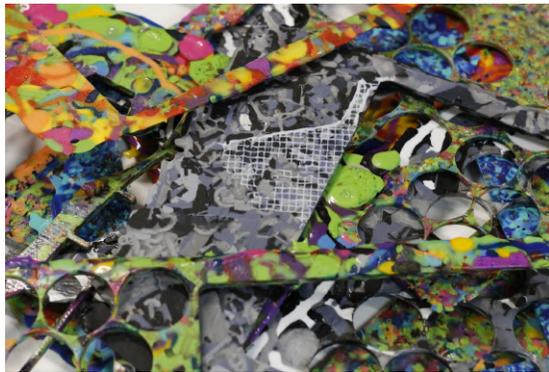


Fig 32: Nota. Placas de Pla reciclado. Tomado de Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling (p.7), por Flowastik ,s.f, Instructables.

Los paneles generados, poseen una amplia variedad de funcionalidades, permitiendo generar diversas tipologías de productos. Además, presentan facilidad en el post-procesado como lijado y pueden ser cortados con distintas herramientas, desde una trincheta, un torno de mano hasta una máquina láser.

En base a la maquinaria utilizada para esta técnica, en Plastic Smoothie mencionan que las cuchillas de la licuadora se dañaron después de triturar un poco menos de 10 kg de plástico. Por lo tanto, no se recomienda triturar piezas de plástico grandes, para

que la licuadora no se dañe. Esto es un aspecto a tener en cuenta si se quiere reproducir de manera doméstica, deben triturarse antes con otro método para disminuir los tamaños de los trozos de plástico. Por otro lado, si se quisiera realizar este proceso de forma más industrial o masiva debería utilizarse maquinaria con mayores capacidades de triturado como las picadoras de carne.

Algunos utilizan antiadherente entre placas, papel para horno y otros láminas de teflón. Por un lado, el papel para horno, solamente puede ser reutilizado entre 2 o 3 veces. Después de eso, será difícil quitar y puede arruinar un panel de plástico. Por otro lado, las láminas de teflón poseen una gran resistencia a las altas temperaturas y excelente anti adherencia.



Fig 33: Nota. Herramientas para fabricar placas de PLA. Tomado de Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling (p.3), por Flowastik ,s.f, Instructables.

## **ALTERNATIVA 1.1: OBJETOS FABRICADOS A PARTIR DE MOLDES**

La presente alternativa deriva de la alternativa anterior (placas de plástico fundido PLA), el proceso de fabricación es muy similar y se utiliza el mismo material filamentos PLA, con variaciones en los últimos pasos y fundamentalmente en el resultado final que se obtiene. Esta alternativa, en contraste con la alternativa 1, la cual existe una bibliografía y metodología sobre el proceso de fabricación de los paneles, ésta (1.1) es puramente experimental como se dice de “ensayo y error”, por ende aún no hay metodologías ni procedimientos exactos sobre el proceso de fabricación de estos objetos. Marcelo Berruti (usuario de impresión) fue quien ha realizado pruebas sobre esta técnica y continúa investigando sobre ella. Aún así, consideramos de interés presentarla y analizarla para el estudio de las posibilidades de reciclaje de este material.

### **PROCESO Y FABRICACIÓN**

En este caso, el material residual triturado se coloca en un molde de silicona para velas, sin antiadherente (de cualquier diseño y forma), luego al horno a 200 ° C por 2 horas, el tiempo varía según a cantidad de material (en esta prueba 350 gramos) y la complejidad del molde.

Este objeto una vez que sale del horno, luego se enfría y obteniéndose el producto final, a diferencia del caso anterior que se realizaban paneles para a través de otros procesos (corte) se formaban objetos.

Con esta técnica la gama de productos que se puede realizar es amplia según las necesidades o imaginación de la persona, cualquier tipo de producto decorativo, como ser: muñecos, recipientes pequeños, entre otros. El molde empleado es un molde simple de silicona para horno (en este caso es un molde para velas).



*Fig 34: Nota. Objeto reciclado a partir del molde. Berruti, Marcelo*

Como resultado final se logran obtener objetos de alta definición, debido a que al fundirse el plástico copia con exactitud al molde, además posee un acabado liso y brillante, sin la necesidad de realizarle post-procesado.

La ventaja de usar un molde para producir un objeto, es que no ocurren dificultades al momento de obtener un espesor constante. El molde se usó más de 5 veces para fabricar varias pruebas luego de estos usos comienza a desgastarse y quemarse por las altas temperaturas. En estas pruebas, al molde no se le colocó ningún tipo de antiadherente y no surgieron problemas al desmoldarlo. Sin embargo, el plástico PLA empleado tiñó el molde, dejándolo en algunas de sus paredes manchado, de igual manera no se transfirió el color a las siguientes piezas que se realizaron.

Como punto débil a examinar, es que si se desean producir variedad de objetos será necesario el uso de distintos de moldes, estas prácticas generarían una gran acumulación de moldes y posteriormente una vez que finalice la vida útil de estos serán desechados produciendo más contaminación de plásticos. Es decir, por un lado se busca desarrollar una alternativa para reutilizar los residuos plásticos de impresión 3D, pero por el otro

se necesitan moldes de silicona para la fabricación de los objetos y que posteriormente ocasionarán más residuos.

### **CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

En el proceso de reciclaje de ambas alternativas se utiliza energía eléctrica para llevar a cabo la trituración y fundición de los materiales para producir nuevos. Si bien se utilizan electrodomésticos también es crucial tener en cuenta el consumo de energía que conlleva este tipo de proceso, por lo que deben considerarse medidas para su optimización.

El consumo de energía es un aspecto crítico en cualquier proceso de reciclaje, ya que puede tener un impacto significativo tanto en la eficiencia del proceso como en su sostenibilidad ambiental.

En la mayoría de los casos, el reciclaje requiere menos energía que la producción de nuevos materiales, lo que significa que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se disminuye la huella de carbono.

## **ALTERNATIVA 2 : OBJETOS DE CEMENTO Y PLÁSTICO RECICLADO**

La alternativa 2 plantea una forma de reciclaje sencilla para fabricar objetos decorativos, mediante el agregado de un material virgen (cemento), buscando la posibilidad de sustituir el agregado de terrazo para generar textura y disminuir el peso de las piezas finales.

Esta alternativa presenta un proceso experimental y en cierta manera informal, ya que aún no se ha concretado ningún tipo de procedimiento específico sobre los pasos, cantidades de materiales, etc, sobre cómo fabricar los productos. Lo expuesto a continuación es en base a bibliografía audiovisual, una entrevista a un emprendedor de cemento y experiencias personales de Joaquín Vega (usuario de impresión 3D) quien ha realizado pruebas sobre este tipo de alternativa.

Para conocer y entender con mayor profundidad el proceso de fabricación de productos en concreto, se consultó a personas expertas en el tema como emprendedores que fabrican objetos en este material. Es así como, logramos observar las diversas capacidades del material, posibilidades y dificultades al momento de hacer piezas en concreto.

En primer lugar es importante diferenciar entre cemento y concreto, el cemento se compone de una mezcla de piedra caliza arcilla y yeso y el concreto se obtiene con la mezcla de cemento, agua, arena, grava y/o pigmentos. Para la fabricación de estos tipos de objetos se utiliza el concreto, las proporciones de materiales varían según lo que se requiera obtener en la pieza, es decir la consistencia, la maleabilidad, resistencia y/o dureza del concreto va a depender luego de la cantidad de agua que se agregue a la mezcla, y las propiedades de esta también dependen de los distintos agregados que se utilicen. En algunos casos la mezcla va desde 1 cemento 1 de agua a 3 de cemento y 1 de agua.

Se emplea el reciclaje mecánico, ya que solamente incluye la trituración del plástico, admitiendo la posibilidad de combinar distintos tipos de plástico en un mismo proceso. Esta combinación, es posteriormente agregada a la mezcla de concreto, sin la necesidad de aplicar calor en ninguna etapa del proceso de la fabricación de las piezas.

## PROCESO Y FABRICACIÓN

El proceso se inicia con la trituración del plástico mediante maquinaria especializada para triturar o una licuadora, debe triturarse hasta alcanzar pequeños trozos de plástico para que posteriormente se pueda incorporar adecuadamente en la mezcla del concreto. Las dimensiones de los trozos van a depender del efecto que se quiera obtener, de igual manera deben ser adecuados para que el material logre asentarse correctamente y no se produzcan grandes acumulaciones de plástico dentro de la mezcla. Además, por ejemplo si se desean fabricar macetas los trozos de plástico deben ser más pequeños para que puedan introducirse dentro de las paredes del molde.

Luego, se prepara la mezcla de cemento, agua y arena y si se desea pigmentos para colorear la mezcla. Para productos decorativos suele utilizarse cemento blanco, ya que este proporciona a los objetos, superiores atributos estéticos como ser acabados brillantes, tonalidades luminosas, además de presentar resistencia, funcionalidad y versatilidad.

Una vez preparada la mezcla del concreto, se incorporan los chips de plástico, sumando volúmen a la preparación.

Según bibliografía audiovisual, en la que llevan a cabo este tipo de

procedimiento la mezcla sólida se compone de 60% plástico y el resto la preparación del concreto (cemento blanco y arena).

Por último, la preparación es vertida en moldes de silicona previamente lubricados con aceite para que el concreto no se pegue una vez seco y así también protege a los moldes, extendiéndoles su vida útil.

Finalmente, cuando las piezas ya se encuentran secas son desmoldadas y luego pasan por el proceso de curado aplicando el método de inundación (inmersión), en cual el total de la pieza terminada de concreto es sumergida en agua durante 3 a 4 días. Posteriormente, las piezas se lijan, finalizando con el proceso.

Como resultado final, se obtienen piezas de alta resistencia y solidez, al sustituir el terrazo por el plástico su peso disminuye ampliamente. Superficialmente se observa un acabado bien definido, brillante y liso, con aspecto estético colorido muy similar al terrazo.

Como mencionamos anteriormente, al realizar los productos a través del reciclaje mecánico solamente, este presenta un gran beneficio, ya que permite la mezcla de distintos materiales plásticos sin presentar incompatibilidades en la combinación entre ellos, por lo tanto pueden usarse cualquier tipo de residuo

plástico de la impresión 3D (pla,abs,petg,etc). A su vez, podría decirse que es una técnica sencilla de baja complejidad y sin la necesidad de utilizar variedad de maquinarias especiales.

Sin embargo, se identifican algunos problemas al emplear esta técnica. Por un lado, es una práctica que si bien podría ser una solución para reutilizar los plásticos residuales de la impresión 3D, no es una práctica muy sustentable, ya que podría decirse que es como ocultar el residuo a través de la fabricación de otro producto utilizando material virgen. Por otro lado, es un proceso largo que requiere de varios días para alcanzar el resultado final, puesto que las piezas deben secarse correctamente, luego son sometidas al proceso de curado y posteriormente el post-procesado de lijarlas.

Para producir las piezas es necesario el uso de moldes, en este caso se usaron moldes de silicona,estos pueden ser reutilizados cantidad de veces, resisten más de 40 piezas para comenzar a desgastarse. El fin de vida útil de estos moldes, podría ser principalmente por mal uso generando roturas o quebraduras, puesto que rara vez podría suceder que el molde se desgaste en una de sus paredes produciendo que no pueda volver a usarse. De

igual manera, para la fabricación de piezas en concreto pueden utilizarse variedad de moldes, de diversos materiales, formas, hasta incluso uno mismo puede fabricarlos. Es importante, tener en cuenta la vida útil del molde ya que si únicamente puede utilizarse una sola vez y luego se desecha, comenzará a originar cantidad de residuos nuevamente, por lo tanto solucionamos una problemática pero se generaría otra.



Fig 35: Nota. Maceta de concreto con plástico de impresión reciclado. Aguilar, Alex. alexaguilar\_ideascarpinteria



Fig 36: Nota. Maceta de concreto con plástico de impresión reciclado. Vega, Joaquin.

## 4.4 PLAN DE GESTIÓN

### POBLACIÓN USUARIA: USUARIO DE IMPRESIÓN 3D

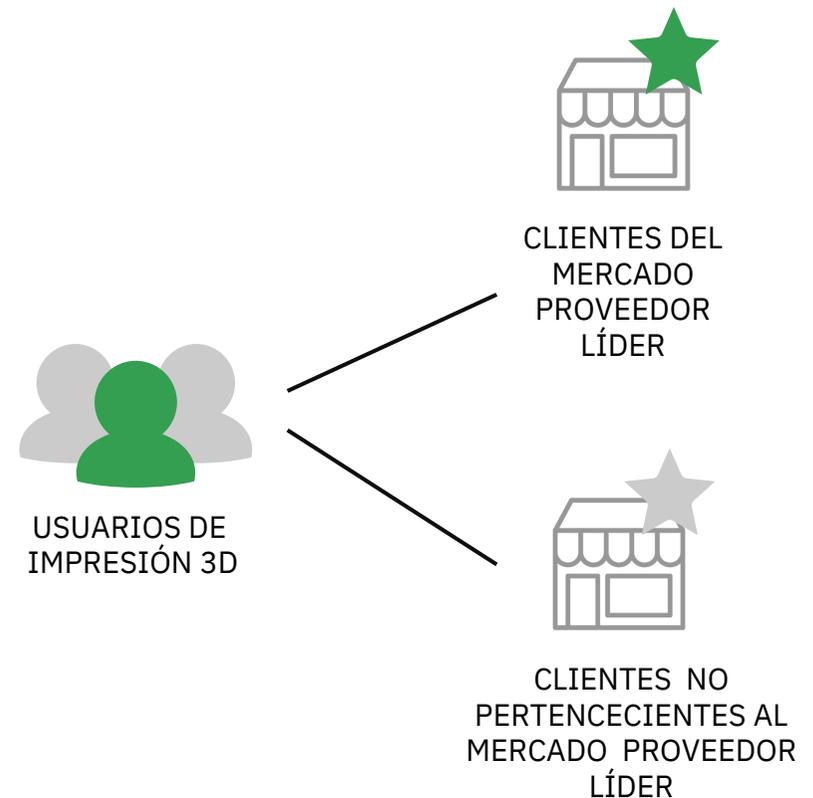
El usuario de impresión 3D/comunidad maker, comprende a todas aquellas personas particulares que cuentan con una o más impresoras, ya sea por fines comerciales (emprendedores, negocios, empresas) y/o didácticos (hobbistas, estudiantes). Muchos de ellos asisten a las tiendas para comprar y retirar el material y otros prefieren por comodidad y distancia que se les envíe la mercadería.

El consumo de filamento varía según el fin para el cual el usuario utiliza su/s impresora/s, la época del año y rubro y tamaño de los objetos que imprime normalmente; oscilando entre 1 rollo por mes, o hasta más de 6 rollos.

Para comprender las distintas situaciones de los usuarios con respecto al uso de la impresión 3D, al consumo de filamento y acciones frente a la generación de residuos, realizamos distintos perfiles de usuarios de impresión; creados a partir de atributos previamente estudiados de usuarios reales de la actividad. Estos arquetipos servirán para estudiar los distintos comportamientos y sostener posibles ideas o soluciones futuras.

Por otro lado, con el fin de analizar y desarrollar las estrategias para recolección y gestión de los residuos, decidimos dividir la población usuaria de impresión 3D dos grandes grupos.

El esquema plantea la división de grupos de la población usuaria de impresión 3D. (En la página 100 se encuentra desarrollada la justificación de dicha división.)



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA

### ¿QUÉ ES UN FAB LAB?

*"El laboratorio de Fabricación Digital es un taller a pequeña escala que ofrece herramientas de fabricación digital para poder materializar ideas, proyectos o productos.*

*Este laboratorio democratiza el uso de tecnologías y herramientas que habitualmente están consideradas de nivel industrial o de laboratorios de investigación y prototipado. Con ello se le da acceso a las personas, estudiantes e innovadores, para que puedan llevar a cabo sus ideas o pequeños modelos de negocios. De ésta manera, se logra un quiebre en el modelo productivo tradicional, para poder incluir otros modelos de fabricación o incluso para el desarrollo de nuevas soluciones a problemas tradicionales." (Fab Lab - Parque Tecnológico Industrial)*

### JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE ESTAS INSTITUCIONES

#### **FabLab - FADU - UDELAR**

- Está ubicado en punto céntrico de Montevideo donde muchos estudiantes de diferentes áreas pueden realizar prácticas didácticas y de taller.
- Este laboratorio tiene un gran alcance ya que es utilizado por diferentes carreras de la FADU, Arquitectura, Diseño industrial, Diseño de comunicación visual.

#### **FabLab - PTI Cerro**

- Es un espacio abierto a todos los estudiantes de UTU y otros centros educativos.
- En la actualidad el centro tiene matriculados mas de 450 estudiantes.

Los FabLabs son lugares de aprendizaje a través de la prueba y el error, en los cuales los alumnos tienen la posibilidad de interiorizarse en la fabricación digital de manera directa, con la supervisión de profesionales idóneos, pero con la suficiente independencia como para poder tomar decisiones en cuanto a modelados, programación, operatividad, etc.

Es por esto que entendemos que en cualquier proceso de fabricación digital, es de suma importancia que el alumnado tenga presente todo el ciclo de producción, desde la obtención de materia prima, hasta el descarte de desechos y el correcto tratamiento de los mismos.



INSTITUCIONES  
EDUCATIVAS  
- FAB LABS -

## **INSTITUCIÓN EDUCATIVA**

Consideramos destacable mencionar que, si bien no se ha alcanzado a estudiar y analizar estas instituciones en profundidad, creemos importante nombrarlas y tenerlas en cuenta para que formen parte del plan planteado. Ya que ambos tanto el Programa Ceilab como el Montevideo LAB son espacios de trabajo colaborativo fomentando el concepto de makerspace.

### **CEILAB**

El programa ceilab de Laboratorios Digitales parte del concepto makerspace, que se define como un espacio de trabajo colaborativo donde se explora, se investiga, se crea y se comparten aprendizajes a partir de la práctica del hacer.

En la búsqueda de fomentar el aprender haciendo, el programa invita a docentes y equipos directivos de centros educativos de Educación Primaria y Media a vivir la experiencia maker en sus aulas a través de un proyecto interdisciplinar.

Actualmente, más de 120 centros educativos en todo el país ya forman parte del programa ceilab. Específicamente en Montevideo hay aproximadamente 20 centros educativos participando del programa.

### **MONTEVIDEO LAB**

Montevideo Lab (MVD LAB) es el Laboratorio de Innovación de la Intendencia de Montevideo, un espacio dedicado a promover, acompañar y articular procesos de participación e innovación. Promueve y fomenta la creación de experiencias y espacios participativos integradores, teniendo en cuenta la diversidad de saberes, voluntades y experiencias interdisciplinarias para alcanzar nuevas y mejores soluciones creativas a los desafíos que plantea la ciudad.



INSTITUCIONES  
EDUCATIVAS  
- FAB LABS -

## MATERIAL RESIDUAL - FAB LABS

Además de las encuestas realizadas a los usuarios de impresión 3d, por otro lado se relevaron datos sobre otro tipo de usuario de impresión 3d, los FAB LABS. Dentro de la información obtenida se encuentran datos como por ejemplo el consumo de filamento, la generación y gestión de residuos, ubicaciones, etc. Este segmento es considerado de gran importancia debido a que son centros educativos, en los cuales también está latente la problemática de los residuos generados. Además, es fundamental comenzar a educar y concientizar desde un principio a los alumnos sobre la correcta gestión y tratamiento del material residual que se genera durante la actividad.

Se relevaron los datos referentes al FabLab de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo y del PTI del Cerro. El primer laboratorio cuenta con 5 impresoras FDM y compran anualmente aproximadamente 40-48 rollos de filamento, mientras que el segundo cuenta con 7 impresoras y la compra anual es de 60 rollos. En FADU también reciben filamentos brindados por los alumnos, por eso las cantidades no son exactas, y por ende el cálculo de gasto de filamento será aproximado. Los meses hábiles en ambos Laboratorios son de Marzo a Noviembre (9 meses) y según usuarios de Fab Lab el desperdicio de filamento es de aproximadamente 15% (teniendo en cuenta sobrantes,

impresiones fallidas, pruebas, soportes, etc.) Con respecto al FabLab de FADU, la cantidad de residuos total que se almacena mensualmente es de 1,4 kg (incluyendo la bobina), mientras que en el caso del PTI, la cantidad es de 2,31 kg (también incluyendo la bobina). El total de bobinas mensuales que se convertirán en residuo serán 11.

	Cantidad de impresoras	Consumo mensual de filamento (kg)	Residuos Filamento (kg)	Residuos Bobina (kg)	Total Residuos Mensual (kg)	Total residuos Anual (9 meses) (kg)
FAB LAB - FADU	5	4	0,6	0,8	1,4	12,6
FAB LAB - PTI CERRO	7	6,6	0,99	1,32	2,31	20,79

## BUYER PERSONA



**MARCELO LÓPEZ**

32 años  
Hombre soltero sin hijos  
Vive en Montevideo  
Diseñador industrial

*"INTENTO DISFRUTAR DE MIS POCAS HORAS LIBRES EN MI CASA, PERO SIEMPRE TERMINO EN MI ESTUDIO, PROBANDO ALGO NUEVO O DISEÑANDO"*

REDES SOCIALES



**TIPO DE USUARIO**  
Usuario frecuente/Emprendedor

**CANTIDAD DE IMPRESORAS**  
4: Filamento 2: Resina

**UBICACIÓN**  
Barra de Carrasco  
Comparte vivienda con un amigo  
Tiene su emprendimiento en su domicilio

**CONSUMO DE FILAMENTO**  
8 kg por mes

**METAS Y OBJETIVOS LABORALES**  
Su objetivo laboral es lograr adaptarse a las necesidades de los proyectos de sus clientes, personalizando piezas hechas a través de impresión 3D y brindando soluciones de diseño. Su meta es invertir en un estudio de impresión 3D cerca de su domicilio.

**NECESIDADES Y FRUSTRACIONES**  
Su principal frustración es su espacio de trabajo, ya que es muy pequeño y tiene poco lugar de almacenamiento. Además, en la habitación donde tiene sus impresoras también hace trabajos de diseño en la computadora, y muchas veces le es difícil concentrarse con tanto ruido.

**COMPORTAMIENTO**  
Marcelo es un aficionado de la tecnología y la fabricación digital. Dedicar la mayor parte de su día a la impresión 3D y tiene muy poco tiempo para actividades de ocio. Es una persona muy interesada también por la ecología y en todos sus trabajos prima la perspectiva ambiental.

**COMPRA DE FILAMENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS**  
Compra su filamento generalmente en Macrotec y a veces en Vacordir, generalmente suele pedir envío porque está todo el día en su estudio y al vivir lejos se le dificulta trasladarse seguido para comprar el material. Genera un volumen considerable de residuos debido a las impresiones fallidas y además se suman las bobinas vacías. Actualmente recolecta sus residuos en una caja y las bobinas al ocuparle tanto espacio las desecha. Le gustaría saber donde poder depositarlas para que no terminen en el vertedero sumando más material plástico.



**LUDMILA NOYA**

27 años  
Mujer soltera sin hijos  
Vive en Montevideo, con su novio Juan  
Estudiante de ingeniería industrial

*"LA IMPRESIÓN 3D ME HA ABIERTO UNA PUERTA PARA PODER SEGUIR ESTUDIANDO Y MANTENER MI CASA"*

REDES SOCIALES



**TIPO DE USUARIO**  
Emprendedora

**CANTIDAD DE IMPRESORAS**  
1

**UBICACIÓN**  
Cordón  
Comparte vivienda con su novio  
Tiene su emprendimiento en su domicilio

**CONSUMO DE FILAMENTO**  
2,5 kg por mes

**METAS Y OBJETIVOS**

- Su objetivo principal es recibirse de ingeniería industrial, carrera que viene estudiando ya hace 6 años
- Formar una familia junto a su novio Juan
- Trabajar en una industria automotriz

**NECESIDADES Y FRUSTRACIONES**  
Mejorar sus habilidades de modelado 3d para ofrecer mayor cantidad de diseños de macetas y poder diseñar objetos a medida. Actualmente sigue sin conseguir trabajo por lo tanto debe continuar con su emprendimiento hasta lograr encontrar un trabajo que le brinde mayores posibilidades a futuro.

**COMPORTAMIENTO**  
Debido a la pandemia Ludmila necesitaba generar ingresos para poder mantener su casa y continuar estudiando. Ludmila por sus estudios ha tenido acercamiento con las impresoras 3d, sabe sobre su funcionamiento y método de fabricación. Entonces decidió invertir y comprar una impresora para comenzar con su nuevo emprendimiento "LUCIEL" se dedica a imprimir macetas personalizadas y objetos que le encarguen.

**COMPRA DE FILAMENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS**  
Depende de los meses que hay mayores encargos es necesario comprar hasta 3 kg, ya que las macetas requieren de bastante material, frecuentemente compra 3 kg en Macrotec, su novio pasa a buscar el material cuando sale del trabajo. Junta en un recipiente el material residual de sus impresiones fallidas, no le gusta tirarlas a la basura porque son material plástico, piensa que en algún momento van a servir para algo.



**CARLOS PEÑA**

45 años  
Familia con 2 hijos pequeños  
Vive en Montevideo  
Contador

*"ME ENCANTA HACERLE JUGUETES PERSONALIZADOS A MIS HIJOS PARA QUE SE DIVERTAN ADEMÁS ME AYUDA A PRACTICAR SOBRE LA IMPRESIÓN 3D Y MEJORO MIS HABILIDADES"*

REDES SOCIALES



**TIPO DE USUARIO**  
Usuario ocasional/ hobby

**CANTIDAD DE IMPRESORAS**  
1

**UBICACIÓN**  
Pocitos - casa  
Vive con su esposa y dos hijos

**CONSUMO DE FILAMENTO**  
1 rollo cada tres meses

**METAS Y OBJETIVOS LABORALES**  
Asegurar un buen futuro y mantener a su familia. Indagar e investigar más sobre la impresión 3d y sus posibilidades. Aprender a modelar sus propios objetos, así hace juguetes más personalizados a sus hijos

**NECESIDADES Y FRUSTRACIONES**  
Le gustaría indagar con mayor profundidad en el tema de la impresión 3D, pero debido a la poca disponibilidad horaria que tiene se le dificulta. Además, al ser un amateur de la impresión cuando surgen problemas con la impresora, como atascos de filamento no cuenta con las herramientas para lograr resolverlo rápidamente y debe llamar a alguien para que se lo arregle. Piensa que en un futuro cuando se jubile podría dedicarle más tiempo y entretenerse con la impresión, por ahora continúa imprimiendo cuando puede y sus hijos le piden.

**COMPORTAMIENTO**  
Carlos le encanta la tecnología y está continuamente probando cosas nuevas. Cuando apareció el boom de las impresoras 3D no dudó en adquirir una. Si bien no es experto en el modelado 3d, descarga modelos de bancos de modelado para imprimirle juguetes, muñequitos a sus hijos pequeños. La impresión 3D es un hobby para él, disfruta de hacerlo y lo hace en su tiempo libre y de forma esporádica.

**COMPRA DE FILAMENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS**  
Al hacerlo a modo de hobby e imprimir piezas pequeñas, no utiliza filamento en grandes cantidades. Su proveedor de filamento es Macrotec y almacena sus residuos en un contenedor hasta que se llena y los descarta a la basura.



**FAB LAB**

Laboratorio de fabricación digital en centro educativo

*"NOS COMPROMETEMOS CON NUESTROS ESTUDIANTES PARA APOYARLOS Y BRINDARLES AYUDA EN SUS PROYECTOS E INCENTIVARLOS A NUEVAS INVESTIGACIONES"*

REDES SOCIALES



**TIPO DE USUARIO**  
Usuario frecuente/Investigación/ Educativo

**CANTIDAD DE IMPRESORAS**  
5 de filamento

**UBICACIÓN**  
PTI - Cerro

**CONSUMO DE FILAMENTO**  
Generalmente 36 rollos anualmente, utilizan un aproximado de 4 rollos por mes

**METAS Y OBJETIVOS LABORALES**  
El principal objetivo del Fab Lab es realizar proyectos de investigación, extensión y enseñanza por profesores a estudiantes que realizan en el contexto de la universidad.

**NECESIDADES Y FRUSTRACIONES**  
Los tiempos de trabajos son muy acotados, y generalmente surgen contratiempos que pueden provocar inconvenientes en las entregas de los proyectos. Su principal frustración la gran cantidad de residuos que se generan mediante impresiones y otros métodos de producción, al ser un laboratorio educativo se encuentra en constante movimiento y cada vez hay más cantidad de material sobrante. Por el momento no se ha logrado coordinar y establecer una estrategia de gestión para esos residuos.

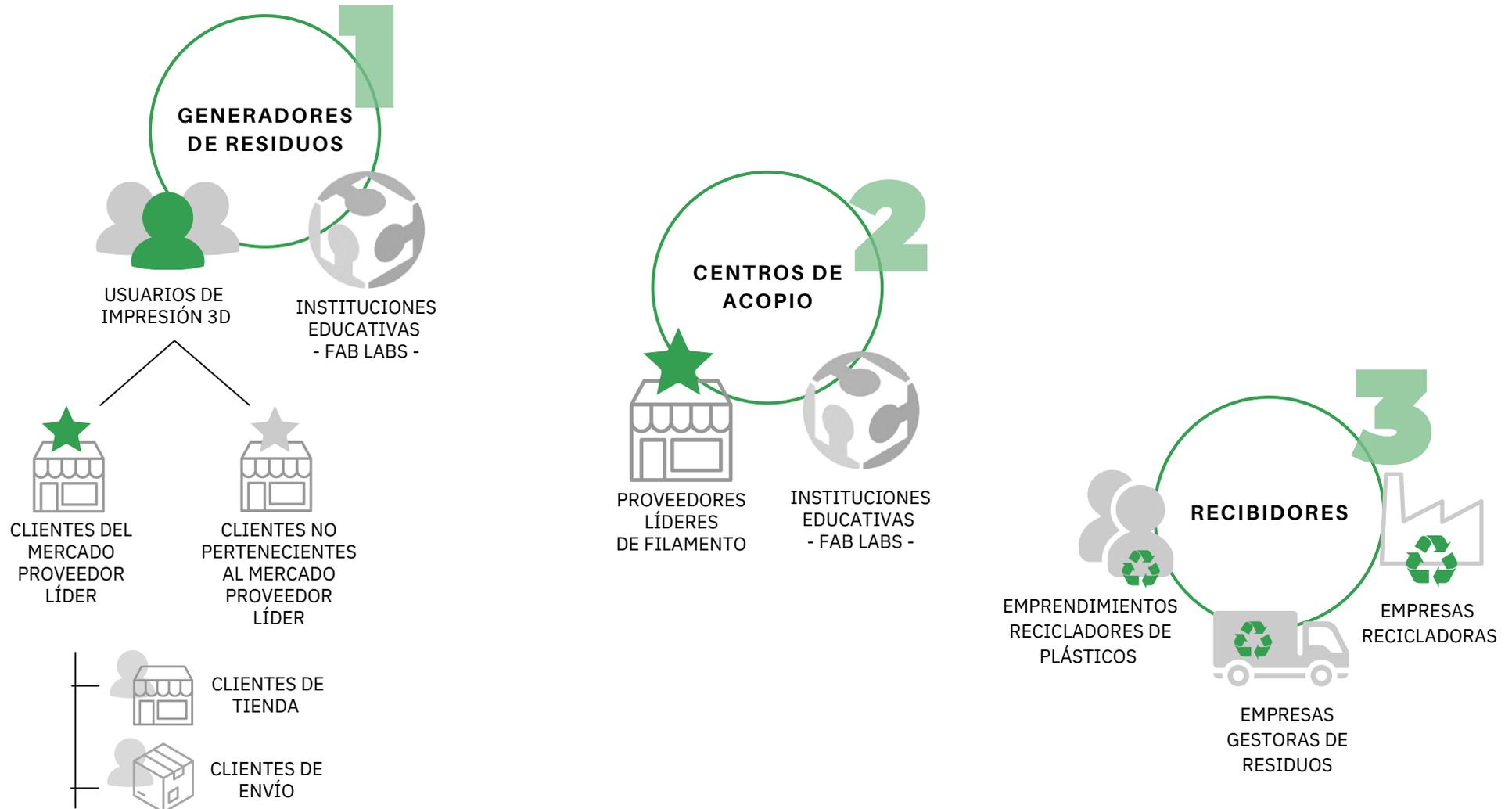
**COMPORTAMIENTO**  
El Fab Lab trabaja con dos modalidades, una de seguimiento a los proyectos de investigación, en el cual le brindan apoyo a los estudiantes a modo de tutoría en proyectos de fabricación digital. Por otro lado, los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a la tecnología del laboratorio. Al ser un laboratorio con fines educativos su uso es constante.

**COMPRA DE FILAMENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS**  
La compra de materiales se realiza anualmente, si es necesario se repone cada cierto tiempo, compran cantidades anuales. Los residuos de filamento no se gestionan de manera independiente, se tratan como residuos plásticos generales. Las bobinas las regalan a talleres para manualidades y algunas de ellas las almacenan en el PTI.



Fig 37: Nota. Adaptado de 3dnatives, Plastic Smothiee, Uruplac, Onírca y La Fábrica

## TARGET GROUPS



# GENERADORES DE RESIDUOS

USUARIOS DE IMPRESIÓN 3D



INSTITUCIONES EDUCATIVAS - FAB LABS

## CLIENTES DEL MERCADO PROVEEDOR LIDER

Son usuarios que adquieren filamento en los proveedores más conocidos del mercado (denominado proveedores líderes del mercado): Macrotec, Vacodir, Fabrix y Robotec. Estos clientes totales se subdividirán entre "clientes de tienda" y "clientes de envío":



**Cientes de tienda:** son los que acuden a los locales para comprar filamento, calificando como usuario seguro para el acopio en tienda del material residual.



**Cientes envío:** son quienes no concurren a la tienda físicamente a comprar material.  
Clientes envío seguros: concurrirían a la tienda a depositar el material residual  
Clientes potenciales: teniendo en cuenta la aplicación del "sistema de incentivos".

## CLIENTES NO PERTENECIENTES AL MERCADO PROVEEDOR LIDER

Este segmento comprende a los usuarios que forman parte de la clientela del 18,81% del mercado proveedor no líder (Jutim 3D, NartUy, en el Exterior, Geekers and Makers, UY 3D). Estos usuarios podrán ser estudiados como posibles "usuarios potenciales", teniendo en cuenta la aplicación del "sistema de incentivos". Cuyo alcance tendrá llegada, a todo aquel que esté interesado en el intercambio de residuos por beneficios.

Este segmento se conforma de aquellos laboratorios de fabricación digital (instituciones) de centros educativos, que tienen diversos proveedores y realizan en su mayoría compras anuales por grandes cantidades de filamento, para el consumo de los estudiantes y docentes.

Ambos cuentan en total, con 12 impresoras de filamento. Estas instituciones tienen gran variabilidad de cantidades de residuos dependiendo de la época del año, y según qué tipo de proyectos son llevados a cabo en los laboratorios.

## CENTROS DE ACOPIO **2**



**PROVEEDORES  
LÍDERES DEL  
MERCADO**



**INSTITUCIONES  
EDUCATIVAS  
- FAB LABS**

Teniendo en cuenta que estos locales (proveedores líderes) son los más concurridos por los usuarios de impresión 3D, forman parte de la gestión, como los principales puntos establecidos para el acopio y recolección del material residual.

Las empresas proveedoras se verán beneficiadas por ser centros acopiadores, por promover la cultura del reciclaje y el tratamiento de residuos. De esta manera, al demostrar que forman parte de una solución a esta problemática -la cual es de gran preocupación para la comunidad de usuarios de impresión-, generaría una fidelidad atractiva para sus usuarios clientes, así como también un alto potencial de conocimiento de su marca y concurrencia al local de venta, y a la posibilidad de que el cliente adquiriera otros productos y/o insumos.

Como target group 2, los FabLabs se toman como: lugar de generación de residuos, almacenamiento, acopio, y recolección. Es decir, funcionan también como un punto de acopio, tanto para los residuos que se generan durante las actividades de los FabLabs.

## RECIBIDORES **3**



**EMPRESARIOS**



**EMPRESAS  
GESTORAS**



**EMPRESAS  
RECICLADORAS**

Los emprendimientos que forman parte, son emprendimientos sustentables involucrados con la causa ambiental. Este tipo de emprendimientos fabrican sus productos a partir de materiales plásticos reciclados, como ser tapitas de las botellas plásticas, bolsas de nylon, envases plásticos, entre otros. Son emprendimientos de pequeña escala, que desarrollan productos utilitarios de baja complejidad; decorativos para el hogar, accesorios.

Las empresas gestoras seleccionadas son empresas habilitadas, encargadas de la recolección, transporte y disposición final de las diferentes fracciones de residuos con la valorización de los mismos.

Actualmente dichas empresas son consideradas dentro del mercado con capacidad técnica e idóneas en la gestión de residuos de manera diferenciada, poseen una amplia logística dentro de Montevideo con una vasta flota de camiones y camionetas para la recolección, además de una alta frecuencia de retiro de residuos (lunes a domingos).

Las empresas recicladoras son empresas que cuentan con una alternativa de reciclaje de materiales mezclados. La particularidad de estas empresas es que, debido a los procesos y productos que realizan, utilizan diversidad de plásticos, entre otros materiales como laminados, pvc con aluminio. Por lo tanto, estas empresas serán las receptoras del material residual de las bobinas y del resto de filamentos mezclados recolectados por las empresas gestoras. Las recicladoras lo utilizarán como material aglutinante para los productos que fabrican.

### 3.RECIBIDORES



1.EMPREDIMIENTOS  
RECICLADORES DE  
PLÁSTICO

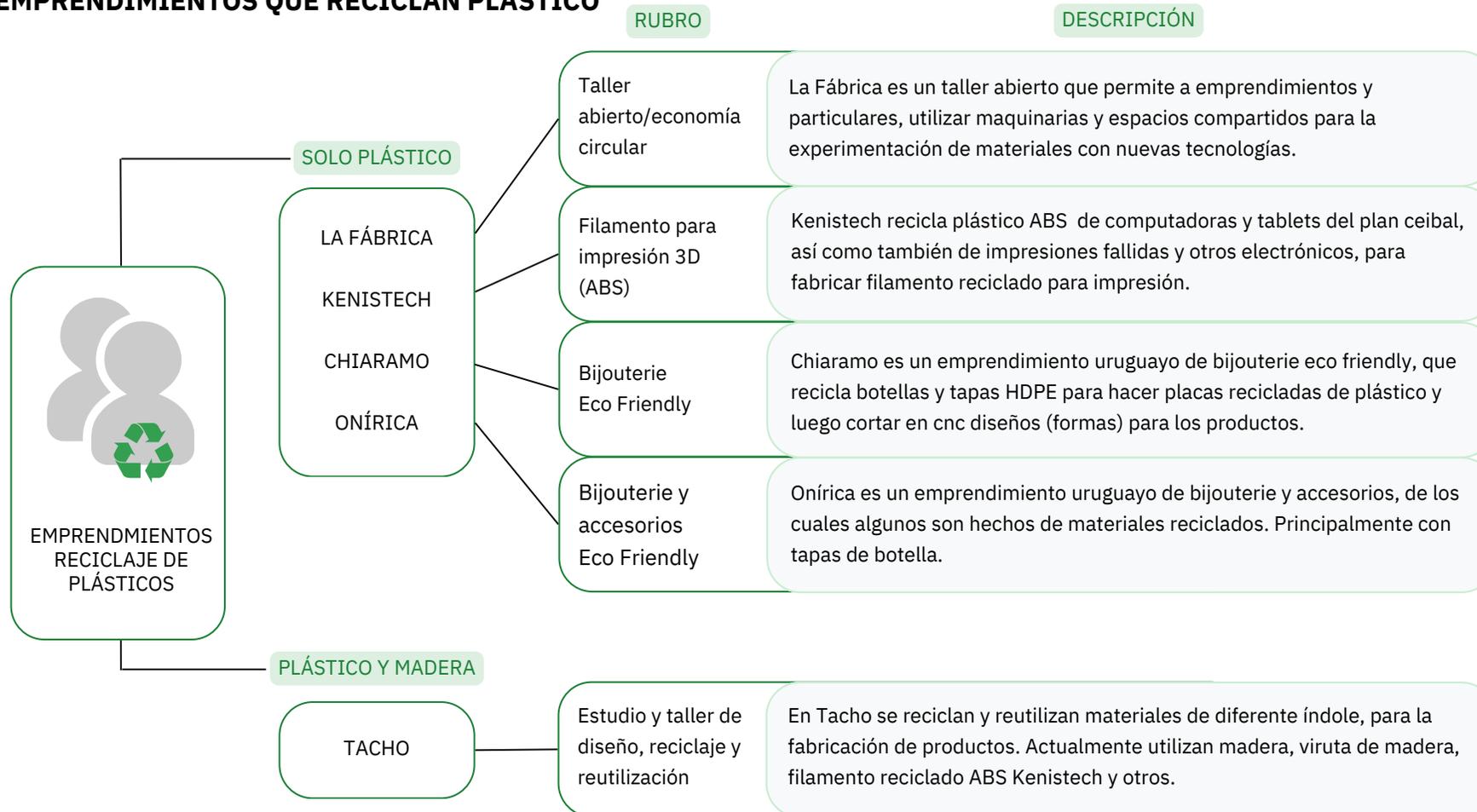


2.EMPRESAS GESTORAS  
DE RESIDUOS

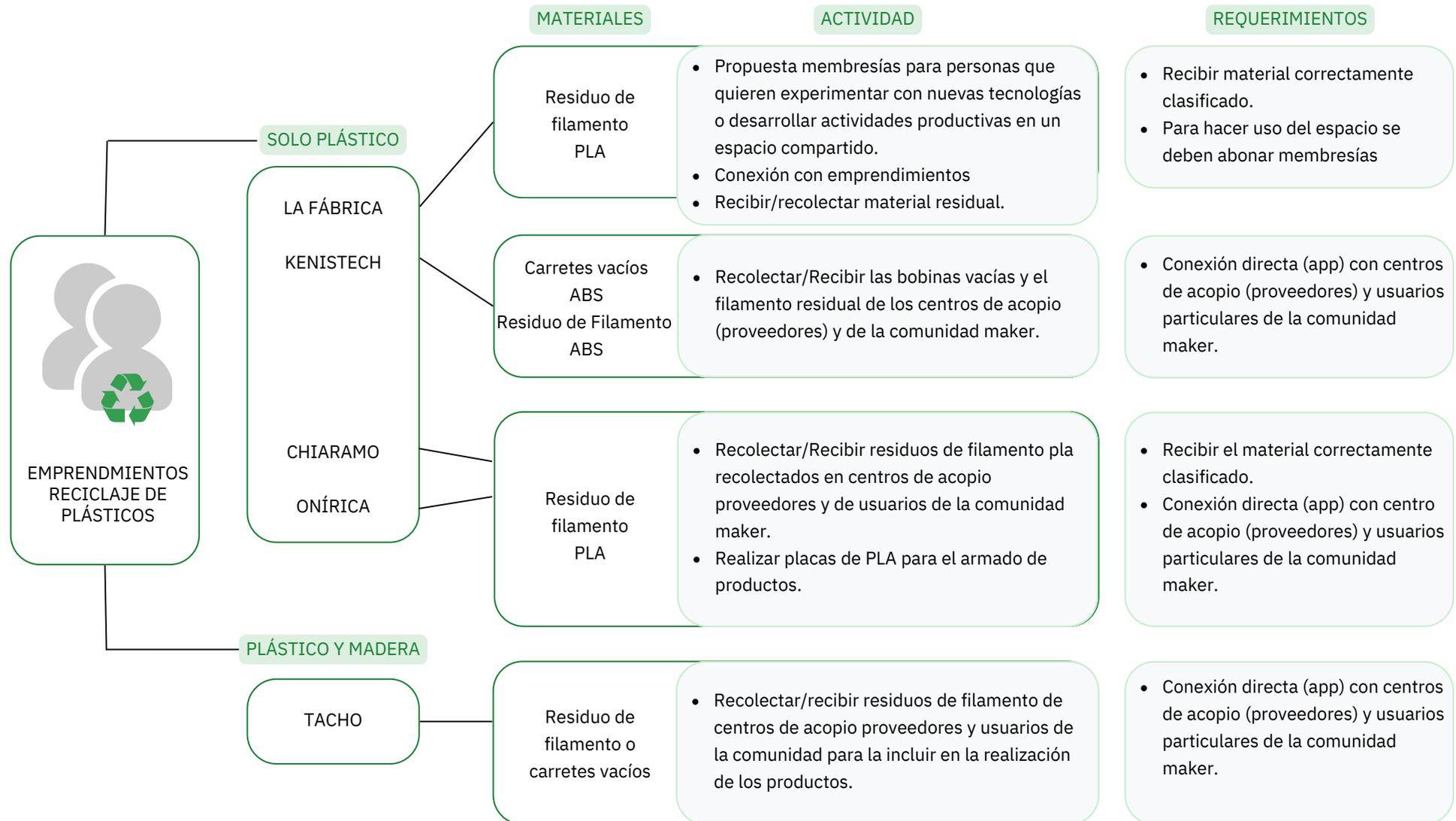


3.EMPRESAS  
RECICLADORAS

## 1. EMPRENDIMIENTOS QUE RECICLAN PLÁSTICO

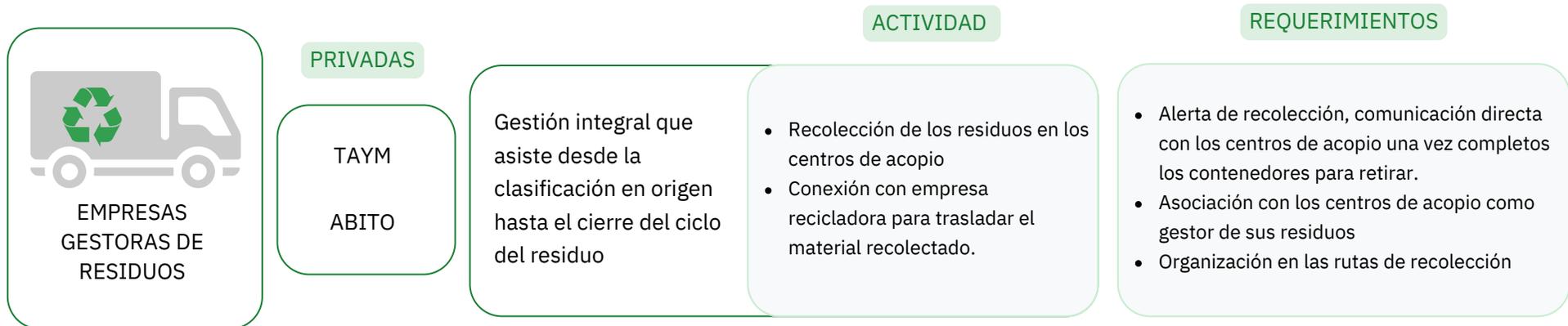


<sup>11</sup>Ver Anexo - pág 168 información emprendimientos



## 2. EMPRESAS GESTORAS DE RESIDUOS

- Actualmente tienen conexión directa con Uruplac y Abbaplast, ambas trasladan cantidades de residuos a estas plantas.



### 3. EMPRESAS RECICLADORAS



Empresa que brinda una alternativa de reciclaje a los productos potencialmente reutilizables no procesados

URUPLAC

#### RUBRO

Fabricación de placas realizadas de aglomerado de con materiales reciclados mezclados no procesados

#### ACTIVIDAD

Uruplac es el encargado de recibir el material residual, recolectado en los centros de acopio - la gran parte del residuo es de bobinas y posiblemente restos de abs y los filamentos mezclados, que los utiliza como materia prima para la generación de placas y posteriormente productos.

#### MATERIALES

- Bobinas - plástico de alto impacto (HIPS - ABS)
- Filamento ABS
- Filamentos mezclados

#### REQUISITOS Y PROCESO

- El principal requisito de Uruplac es recibir un material que permita incorporarse en el proceso de reciclaje. En este caso es plástico de alto impacto que se funde a una temperatura de fusión baja, por lo tanto se utiliza como amalgamador de la placa, generando la parte rígida de la placa.
- Conexión con empresas gestoras como Taym y Abito, empresas particulares y cooperativas sociales.

#### PRODUCTO - ALIANZA

Fabricación de contenedores para la recolección de los residuos en los centros de acopio

Con el material residual recolectado se fabrican placas, que posteriormente son utilizadas para realizar los contenedores recolectores de residuos de impresión 3D. Los cuales se encontrarán colocados en cada local proveedor (centro de acopio) y en las instituciones educativas. Una vez que los contenedores estén fabricados, el siguiente material residual recolectado lo utiliza Uruplac para continuar fabricando placas, para sus productos.



Empresa que brinda una alternativa de reciclaje a los productos potencialmente reutilizables no procesados

ABBAPLAST

#### RUBRO

Fabricación de productos con polímeros reciclados

#### ACTIVIDAD

Abbaplast se dedica a la proyección de productos fabricados con polímeros mezclados contaminados. El producto principal es el perfil, con los cuales se realizan postes eléctricos, para alambrados, porteras y pallets de plásticos. Hoy en día utilizan todo tipo de polímeros.

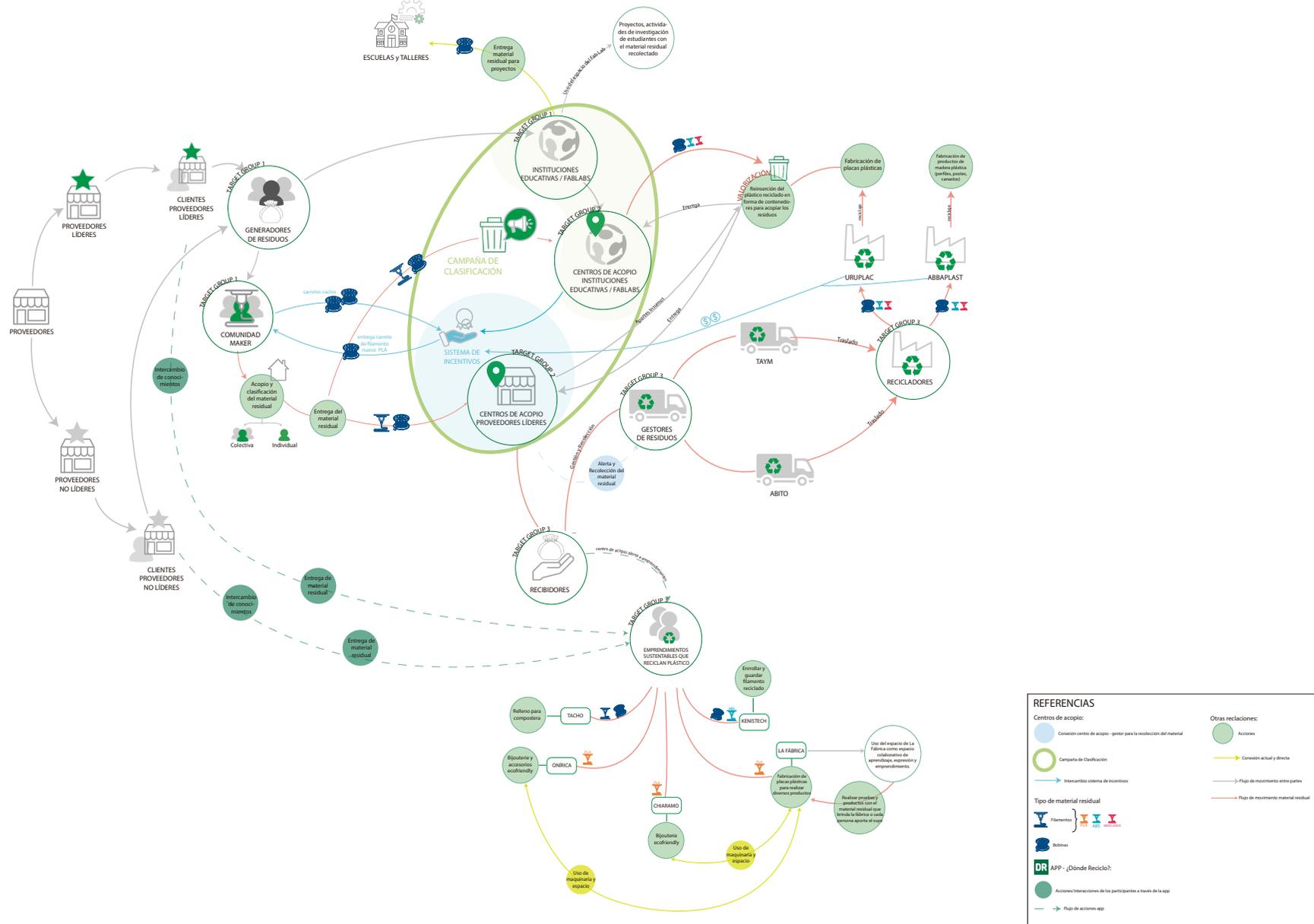
#### MATERIALES

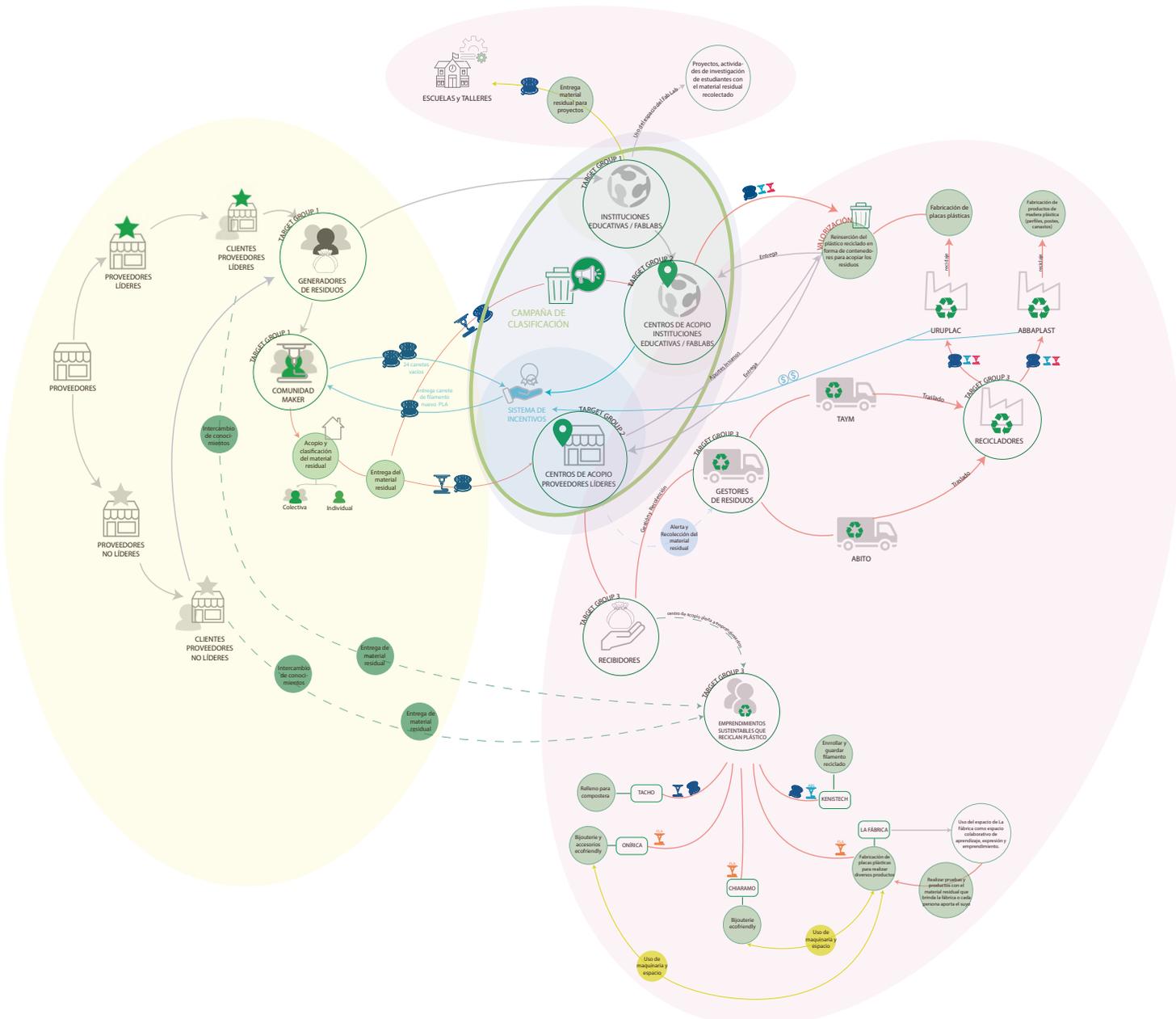
- Bobinas - plástico de alto impacto (HIPS - ABS)
- Filamento ABS
- Filamentos mezclados

#### REQUISITOS Y PROCESO

- El principal requisito de Abbaplast es recibir un material que permita incorporarse en el proceso de reciclaje.
- Según las diferentes formulaciones de la empresa, utilizarán estos materiales de diversas formas y combinaciones para sus productos.
- Conexión con empresas gestoras como Taym y Abito, empresas particulares y cooperativas sociales.

# MAPA DE GESTIÓN





**REFERENCIAS**

- ETAPA 1
- ETAPA 2
- ETAPA 3

En base a lo expresado al comienzo del informe (resumen pág 7), donde hacemos referencia a Roberto y Luis Horta, quienes en su informe “La gestión de residuos en Uruguay desde una lógica de cluster” (2020), afirman que la gestión de los desechos involucra de manera integral a todos los actores participantes, siendo muy importante desarrollar las distintas interrelaciones que se generan entre ellos, como sistemas interrelacionados.

Es relevante aclarar que el plan de gestión que presentamos se fundamenta en la consideración de normativas vigentes, así como en los procesos correspondientes de reciclaje. Además, se visibiliza y promueve la participación de los diversos actores involucrados en el proceso, buscando aprovechar las conexiones existentes entre ellos en la actualidad. Es así como, este plan tiene como objetivo principal la consolidación de todas estas partes para lograr una propuesta integral.

Se proponen una amplia variedad de posibilidades sobre las conexiones entre los actores y flujo de movimiento de los residuos, puesto que consideramos que estas interacciones pueden ocurrir simultáneamente unas con otras y solaparse entre ellas, sin limitar ni descartar ninguna de estas. A causa de lo mencionado anteriormente, el mapa (ref pág 109) se ha desarrollado con a intención de explicar el conjunto de

interacciones, acciones y conexiones que se dan entre los diversos actores pertenecientes al plan de gestión.

### **ETAPA 1 GENERACIÓN DE RESIDUOS**

Al comienzo del mapa se visualiza a la comunidad usuaria de impresión 3D, que se subdivide en clientes del mercado proveedor líder y clientes del no líder, ambos segmentos tienen interacciones en común y otras diferenciadas. La primera acción que comparten ambos segmentos, es cuando el usuario de impresión adquiere el filamento en el local proveedor de su preferencia (proveedor líder o no líder).

Posteriormente se inicia con la primera etapa de la gestión de los residuos, la cual comienza desde el hogar de cada usuario, estos clasifican y almacenan sus residuos de forma individual o colectiva, para luego trasladarlos a los centros de acopio y/o entregar de forma voluntaria el material a emprendimientos. En este punto, es clave el uso de la app “¿Dónde Reciclo?”, en la cual los usuarios se pueden informar sobre la correcta separación doméstica de los residuos y consejos a tener en cuenta sobre los materiales. Además, mediante la misma, los usuarios pueden visualizar su punto de acopio más cercano, así como también comunicarse directamente con emprendimientos de reciclaje de plásticos para ofrecer el material acopiado.

## ETAPA 2 ACOPIO MATERIAL

La segunda etapa se basa en el acopio del material residual en tienda de proveedores y en los FabLabs, ambos cuentan con contenedores diseñados específicamente para el almacenamiento de este material, con espacios determinados para cada material clasificado.

**Acopio tienda proveedores:** Los proveedores adheridos al programa de gestión, son aquellos proveedores de filamento que pertenecen al mercado líder. Cada local proveedor está presente en la app "¿Dónde Reciclo?" como centro acopiador y auspiciante. Además, con el fin de educar a los usuarios de impresión, impulsan la campaña de clasificación y son quienes ofrecen el sistema de incentivos, en el cual cada usuario podrá canjear una cierta cantidad de los carretes vacíos que ha recolectado por un nuevo filamento PLA.

**Acopio en Fab Labs:** Los Fab Labs forman parte como centros de acopio, en los cuales los estudiantes, profesores, entre otros participantes clasifican los residuos generados tanto en los Fab Labs luego del uso de las impresoras como también las personas que concurren al espacio y cuentan con impresoras en su casa y deseen acopiar y clasificar en la institución. A su vez, con fines

educativos también promocionan y estimulan la campaña educativa de clasificación impulsada por los proveedores de filamento, previamente mencionados.

## ETAPA 3 REVALORIZACIÓN

El plan finaliza con la revalorización de los residuos recolectados durante la gestión, en la cual los residuos acopiados en los locales proveedores, las instituciones y por usuarios particulares, son distribuidos a distintos puntos de reciclaje.

**FabLabs/instituciones educativas:** Los FabLabs poseen variedad de posibilidades de conexiones (algunas actuales y otras nuevas propuestas) para entregar el material residual que han recolectado.

1. Conexión actual ya existente en la red, los laboratorios ofrecen las bobinas vacías a escuelas y/o talleres para proyectos de manualidades y experimentación.
2. Los Fablabs también cuentan con la posibilidad de acceder al sistema de incentivos propuesto por los locales proveedores, de canjear sus bobinas en desuso por nuevo filamento Pla, puesto

que actualmente ya existe relación comercial entre los FabLabs y algunos de los proveedores líderes de filamentos.

3. Se propone el uso del espacio de los FabLabs para proyectos y actividades de investigación de estudiantes con el material residual recolectado. De esta manera se busca educar a los estudiantes sobre este tipo de material residual y posibilidades sobre su reciclaje.

4. Existe la posibilidad de que los FabLab colaboren con el material residual que han recolectado, para la fabricación de contenedores realizados por Uruplac (donación de Uruplac), que luego se dispondrán en el espacio de la institución para la clasificación y acopio del residuo (bobinas y filamento).

#### **Gestores de residuos:**

**Taym y Abito:** Se propone que la gestión y distribución del material recolectado de los centros de acopio (proveedores líderes) hasta las empresas recicladoras como Uruplac y Abbaplast, esté a cargo de gestores como Taym y Abito (quienes actualmente tienen relación con estas empresas recicladoras), los proveedores contratan a estas empresas gestoras como sus gestoras de residuos.

No obstante, la propuesta no excluye la posibilidad de la existencia de otras empresas gestoras de residuos que cumplan con la normativa aplicable y las autorizaciones correspondientes, a ser contratadas por los proveedores como su empresa gestora.

#### **Recicladores:**

**Uruplac y Abbaplast:** Utilizan parte del residuo filamentoso y carretes vacíos para la fabricación de sus productos que posteriormente los comercializan. Ambas empresas retribuyen económicamente por el material recolectado, monto que es utilizado para sustentar el sistema de incentivos (pág 128).

Al comienzo de la implementación del plan, Uruplac con el material residual recolectado fabrica y ofrece los contenedores que estarán ubicados en los distintos centros de acopio para clasificar y almacenar los residuos de impresión 3D.

**Emprendimientos:** La conexión con los centros de acopio y los clientes del mercado proveedor no líder o líder (en el caso que este grupo de usuarios lo desee) para recolectar material es a través de la app “¿Donde reciclo?”, en la cual podrán visualizar las alertas de residuos y la locación de los puntos donde pueden ir a recolectarlo.

Además, a través del blog de la app para emprendedores y usuarios de la comunidad maker, pueden intercambiar conocimientos sobre el tipo de plástico ofrecido y cómo reciclarlo. De esta manera, a través de fuentes abiertas de conocimiento accesibles para todos, mediante las cuales las partes interesadas podrán postear videos basados en sus experiencias, imágenes y manuales informativos, se fomenta la cultura y educación sobre el reciclaje de este tipo de material que aún no se hacen visibles sus posibilidades y no se le está dando la oportunidad para ser revalorizado.

**Conexión actual entre emprendimientos:**

La Fábrica, es un espacio colaborativo de aprendizaje, expresión y emprendimiento. En donde algunos emprendedores como Chiaramo y Onírca y también estudiantes concurren al espacio para fabricar sus productos, utilizando las instalaciones y maquinarias ofrecidas por La Fábrica.

# SISTEMA DE CONEXIÓN ENTRE ACTORES - APP

## ¿QUÉ PROPONEMOS?

Proponemos generar una nueva propuesta para la web y app “¿Dónde Reciclo?”, en la cual se presenta un nuevo programa de reciclaje para plásticos derivados de la impresión 3D FDM; agregándose nuevas funcionalidades como ser: la alerta de residuos y el blog de plataforma interactiva para conectar y generar interacciones entre los usuarios interesados por la actividad de impresión 3d y reciclaje.

La app posee una variedad de programas de reciclaje para los diversos materiales. Con el presente proyecto, se adiciona un nuevo programa de reciclaje para los plásticos de la impresión 3d, denominado R3CIRCULA. En este programa, se unifica toda la información sobre los plásticos de impresión 3D: cómo clasificarlos, cuáles pueden ser reciclados y cuáles no, características de cada material y también sobre los lugares (centros de acopio) donde reciben el material residual para su posterior reciclaje.

Por otro lado, en la app se agregan más funcionalidades, a través de un nuevo espacio denominado “Comunidad Maker”, el cual contiene: **1. Blog colaborativo**, educativo e interactivo entre los usuarios de la app. En dicho blog aquellos usuarios de la

comunidad maker que cuentan con conocimientos específicos de la actividad de impresión 3d, pueden compartir con otros usuarios, sus conocimientos sobre estos materiales, alternativas de reciclaje, así como también sus experiencias en el manejo de los mismos. Por ejemplo, aquellos emprendimientos que reciclan plástico, adquieran conocimientos sobre estos materiales, cómo deben trabajarlos y de esta manera utilizarlos en la creación de sus productos.

**2. Alerta de residuos**: En esta sección el objetivo principal es establecer una red de comunicación directa para llevar a cabo la recolección de residuos. Esta red es entre las personas de la comunidad maker, proveedores y emprendedores. A través de dicha comunicación, aquellos usuarios de la comunidad maker que no concurren a los centros de acopio a depositar su material residual -porque no son clientes de esos proveedores o no desean concurrir hasta el local- puedan proporcionar dicho material a los emprendedores recicladores, para que éstos los utilicen en sus productos. Esto se logra, a través de una alerta que el usuario de impresión 3D o proveedor realiza en la app, indicando que tiene material residual para entregar, notificándose al emprendedor y si éste lo solicita podrá contactarse directamente con el maker para

planificar su recolección.

**Usuarios:** El programa R3CIRCULA, está principalmente dirigido a la comunidad maker y a emprendedores interesados en el reciclaje de estos plásticos. No obstante, todos los demás usuarios registrados en la app podrán visualizar todas las actividades de este programa. Es importante aclarar que todos los usuarios se registran de la misma manera, sin diferenciación de roles y todos cuentan con los mismos permisos durante el uso de la app.

## ¿DONDE RECICLO?

Es una herramienta web y una app ya existente presentada por Cempre y Data,<sup>12</sup> que unifica toda la información sobre los lugares, contenedores, dispositivos y programas para recibir residuos o materiales y envases reciclables. Permite encontrar contenedores para los residuos reciclables en todo Uruguay y enseña a cómo clasificar mejor en el hogar.

Es una aplicación de software libre, esto quiere decir que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software, a través de cuatro libertades esenciales (Definición de software libre).<sup>13</sup>

La aplicación se sustenta en base a ingresos de diversas fuentes como: Auspicios a proyectos de empresas del sector privado, fondos de apoyo a proyectos de fundaciones internacionales y organismos multilaterales, convenios de trabajo con organismos públicos, organizaciones de la sociedad civil y academia ,entre otros.

Las nuevas funcionalidades y modificaciones planteadas en la propuesta, se presentarán a Data y a Cempre, para validar la posibilidad de incorporación de las mismas al Proyecto “¿Donde Reciclo?” y una vez aceptadas, Data como desarrollador del software las incorpora a la aplicación.

La elección de utilizar la aplicación "¿Donde Reciclo?" para el plan de gestión propuesto se basa en varios aspectos. En primer lugar, la aplicación ya está diseñada y desarrollada por una software factory llamada DATA, por lo que para nuestra propuesta, solo sería necesario agregar nuevas funcionalidades y modificar algunas de las ya existentes. Además, la aplicación cuenta con una amplia variedad de información sobre el reciclaje en Uruguay, incluyendo programas de reciclaje y conexiones con empresas auspiciantes que permiten el sustento de esta.

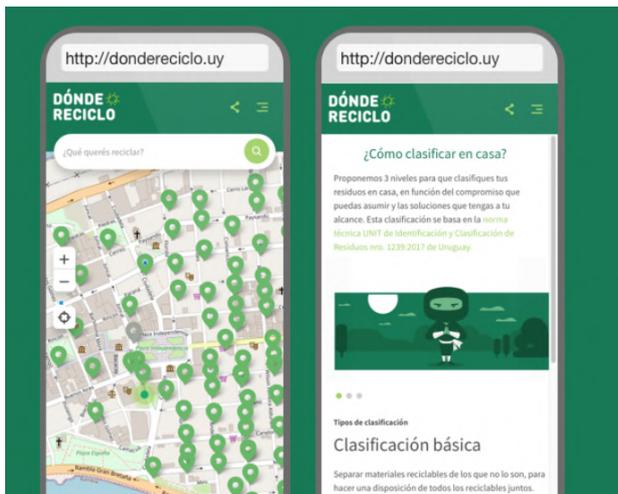


Fig 38: Nota. Imagen ilustrativa app "¿Dónde Reciclo?" tomado de <https://dondereciclo.com.uy/>



Fig 39: Nota. App "¿Dónde Reciclo?" tomado de <https://dondereciclo.com.uy/>



Fig 40: Nota. Logo de organización Data Uruguay tomado de <https://data.org.uy/>



Fig 41: Nota. Logo de Cempre tomado de <https://cempre.org.uy/cempre/>

A continuación se presenta Mock up de la app, esta herramienta ayuda a visualizar que sucede en cada pantalla de la app y las distintas interacciones y pasos que realiza el usuario al hacer uso de la misma.

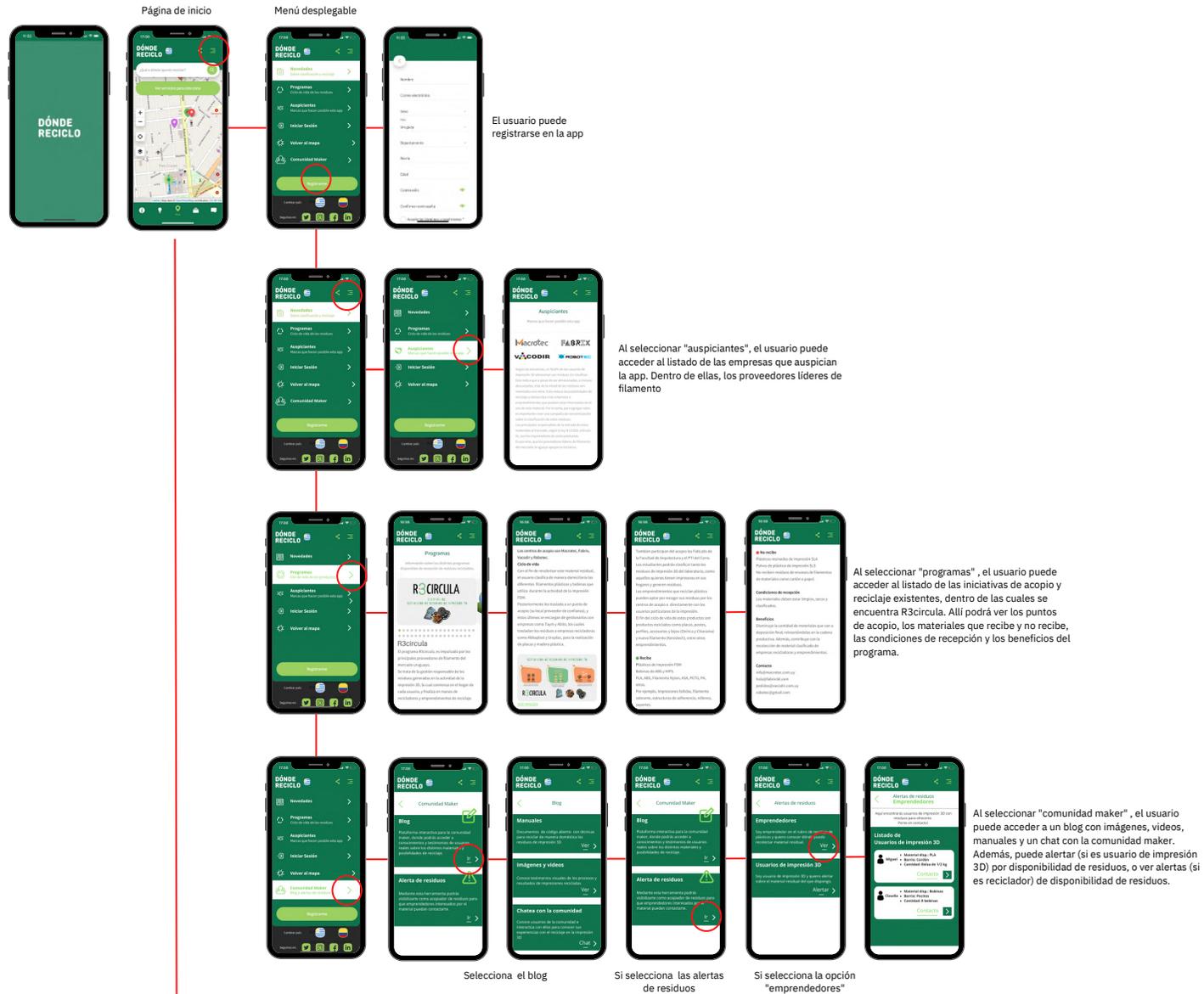
<sup>12</sup> DATA Uruguay es una organización de la sociedad civil que trabaja en temas de Gobierno Abierto, Datos Abiertos, Tecnología Cívica, Transparencia, Acceso a la Información y co-creación de política pública.

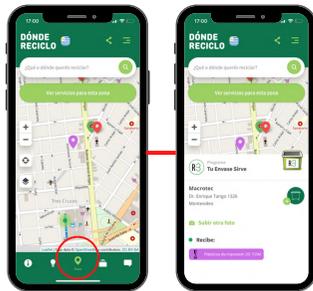
<sup>13</sup> • Libertad de ejecutar el programa como se desee, con cualquier propósito (libertad 0).  
 • Libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.  
 • Libertad de redistribuir copias para ayudar a otros (libertad 2).  
 • Libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (libertad 3). Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

<sup>14</sup> <https://dondereciclo.com.uy/sobre-el-proyecto>

<sup>15</sup> Ver Anexo - pág 171: Análisis de Usabilidad app

# MOCK UP

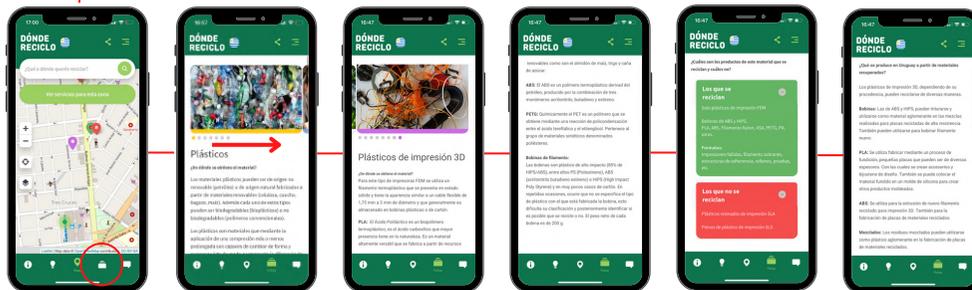




En el menú inferior, se ubica la pestaña "mapa", donde el usuario puede buscar y detectar los centros de acopio de residuos 3D, seleccionarlos y ver su ubicación.



En el menú inferior, se ubica la pestaña "consejos". Al seleccionarla, el usuario podrá acceder a las diferentes clasificaciones de materiales. Diferenciar entre reciclables y no reciclables.



En el menú inferior, se ubica la pestaña "fichas". Al seleccionarla, el usuario podrá acceder a las diferentes clasificaciones de los plásticos y otros materiales. Diferenciar entre reciclables y no reciclables.

# SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

## MATERIALES MÁS UTILIZADOS

La clasificación de residuos es el proceso de selección y agrupación de residuos generados a partir de la actividad de impresión 3D. Esta clasificación facilita el tratamiento y aprovechamiento de los mismos. Este tipo de prácticas han cobrado gran importancia a nivel ecológico, ya que muchos de los materiales que componen los objetos son recuperables o reciclables, es decir, pueden extender su ciclo de vida al convertirse nuevamente en materias primas.

De acuerdo con lo que hemos dicho anteriormente, los materiales más comúnmente empleados en la fabricación de objetos impresos son el PLA y el ABS. En menor medida, se utilizan otros tipos de filamentos como el PETG.

## POSIBILIDADES LOCALES DE RECICLAJE

A partir de la investigación también comprendimos que el factor "materiales más utilizados", no era el único factor de importancia al momento de proponer la clasificación, sino también conocer las posibilidades locales de reciclaje de estos materiales.

- Los emprendimientos locales como Onírca y Chiaramo de fabricación de productos con materiales reciclados utilizan termoplásticos (PET, LDPE, PP), y cuentan con maquinaria casera para triturar y fundir. Preferiblemente plásticos pequeños fáciles de manipular.
- Kenistech utiliza residuos de ABS para la fabricación de filamento reciclado y utiliza bobinas vacías para colocarlos.
- Uruplac recibe grandes cantidades de material plástico y lo utiliza como aglomerante en la mezcla de reciclados para las placas.
- Abbaplast recicla todo tipo de polímeros (PVC, Poliestereno, ABS, Policarbonato, etc).

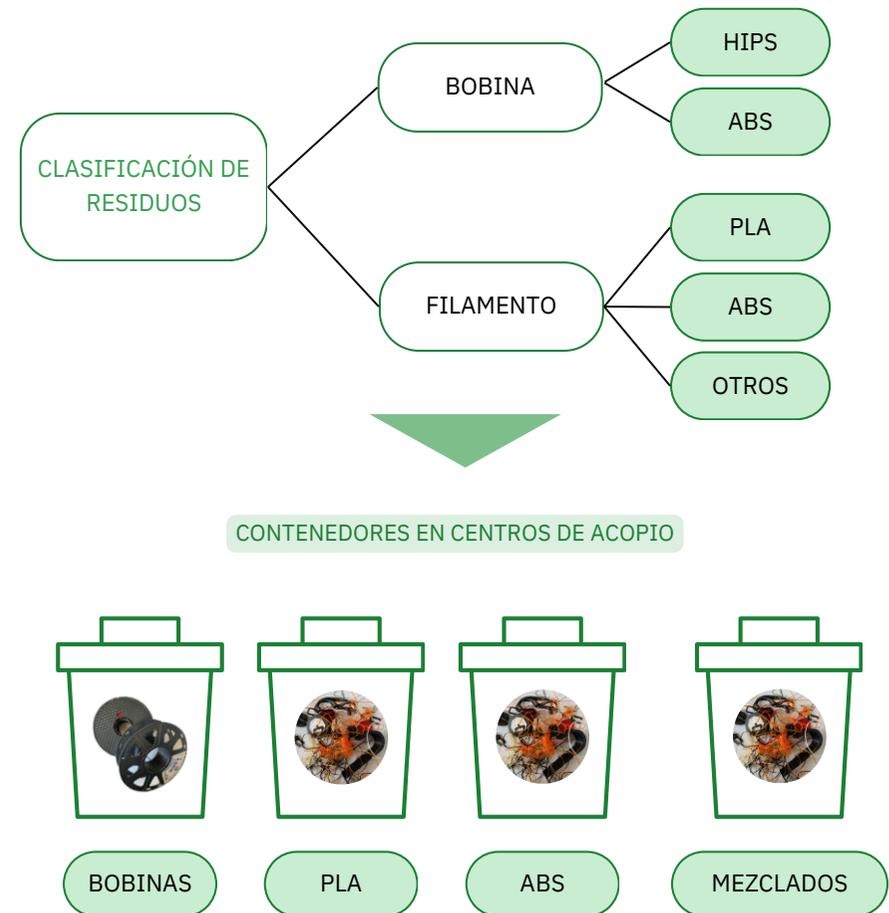
Partiendo de los datos de los emprendimientos y empresas, se puede concluir que para lograr una clasificación adecuada, se debe separar los plásticos de mayor volumen, como las bobinas, de aquellos de menor volumen, como los residuos de filamento.

Los plásticos más resistentes, ABS y HIPS, son ideales para empresas como Abbaplast y Uruplac, que producen productos duraderos para construcción, estructuras agropecuarias, etc. Los filamentos mezclados de impresión (sin importar el tipo de polímero) también son una posibilidad para estas empresas, como material de relleno.

El PLA, por su formato, características y cantidades, funciona perfectamente para los emprendimientos sustentables de plástico reciclado, ya que es un polímero blando, fácil de triturar y de fundir, sin necesidad de maquinarias industriales ni tratamientos complejos.

El ABS de impresión debe clasificarse por separado también, puesto que es un material con el cual Kenistech puede trabajar para la fabricación de un nuevo filamento.

En base a lo expuesto, se propone la siguiente clasificación de residuos en los centros de acopio y la colocación de contenedores específicos para el acopio de estos residuos.



<sup>16</sup> Ver anexo pág 172 - descripción contenedores

## CAMPAÑA DE CLASIFICACIÓN

Según las encuestas que hemos realizado, un 50,8% de los usuarios de impresión 3D almacenan sus residuos sin clasificar. Esto indica que a pesar de ser almacenados, un alto porcentaje de ellos son residuos mezclados. Estas prácticas reducen las posibilidades de reciclaje debido a la contaminación entre plásticos, obstaculizando su revalorización.

Actualmente, por parte de la comunidad maker existe una creciente preocupación por la contaminación ambiental y generación de residuos durante esta actividad, demostrando un interés colectivo y motivación personal por adquirir y alcanzar prácticas que permitan desarrollar una producción responsable. Por lo tanto, basándonos en el gran interés demostrado por parte de la comunidad, proponemos la creación de una campaña, para eliminar las malas prácticas y poder darle una segunda vida a este material, concientizando sobre el almacenamiento y correcta clasificación de los residuos plásticos de impresión 3D.

Es fundamental que la comunidad maker como generadora de residuos, conozca los beneficios de clasificar y contribuya a la valorización de la cadena de reciclaje aportando a la recuperación de este material residual.

### **OBJETIVOS de la campaña: ¿QUÉ SE PRETENDE CONSEGUIR?**

- Motivar a la acción de clasificar a través del impacto.
- Educar a la comunidad maker sobre la importancia de clasificar y almacenar sus residuos de material filamentosos, para un posterior reciclaje.
- Generar que el público objetivo conozca las diversas posibilidades de reciclaje de estos materiales.

### **¿A QUIEN COMUNICO? PÚBLICO OBJETIVO**

Para comenzar con el desarrollo de la campaña de comunicación nos basamos en la identificación del público objetivo, el cual es definido como:

- Hombres y mujeres de 18 a 60 años que viven en Uruguay
- Participantes de la comunidad maker, que tienen conocimientos sobre la impresión 3D y materiales filamentosos.
- Tienen conocimiento y preocupación sobre los residuos plásticos que se generan durante la actividad de impresión 3D y quieren generar un cambio para que estos residuos sean aprovechados.

---

<sup>17</sup> Buyer persona - pág 97

## ¿DÓNDE LO COMUNICO? MEDIOS DE DIFUSIÓN?

La campaña se promueve a través de medios digitales (app/web ¿Donde Reciclo?) y medios tradicionales como la cartelera. En esta se brinda información sobre el acopio, clasificación canje y beneficios para los clientes.

Se propone utilizar ambos medios de comunicación, ya que de esta manera se logra abarcar la totalidad del público objetivo. Puesto que, un porcentaje de este público podría no utilizar la app, suponiendo además que existe la posibilidad de que parte de este se encuentra por encima de los 50 años, y cierta cantidad podría no tener demasiada interacción con las aplicaciones de celulares.

## MEDIO DIGITAL APP: ESTRATEGIA MARKETING ONLINE

Como medio digital para establecer la campaña se propone a través de la app y sitio web de "¿Donde Reciclo?", dado que esta aplicación ya se encuentra integrada en el sistema de gestión propuesto y por lo tanto, el público objetivo se encontrará como usuarios registrados y con conocimientos sobre el uso de la app. Asimismo, se propone colocar la campaña en los sitios web de las instituciones educativas, ya que también como centro de acopio en que concurren cantidad de estudiantes se promuevan estas prácticas.

## MOCK UP - APP

Ejemplificación de la campaña en la app



Ejemplificación de la campaña sitio web Fab Lab FADU



## MEDIO TRADICIONAL: CARTELERÍA

La cartelería cumple la función de atrapar la atención de las personas que concurren al lugar y obliga a percibir un mensaje, para que este penetre en la conciencia de la persona induciendo a adoptar la conducta sugerida por el cartel. El tipo de cartel que se propone es de carácter formativo, es decir se utiliza como medio para propiciar el establecimiento de hábitos y conductas sobre la clasificación de los residuos. (Uriarte Domínguez Segismundo,2010).<sup>18</sup>

### CARTELERÍA:

Puntos de colocación: locales proveedores adheridos al acopio de residuos .

Cantidad de carteles: 2 por local proveedor.

El tamaño del cartel deberá considerarse, pues dependiendo del lugar en que está colocado y la distancia en la que pasarán los que lo observen, determinará sus dimensiones. Según la búsqueda de cartelería en plaza, proponemos que la opción más viable y sencilla es colocar cartelería que puede ser colgante o totem según lo requiera cada proveedor. Cartelería realizada en pvc de 170 x 70 cm.<sup>19</sup>

## MOCK UP - CARTELERÍA

Ejemplificación de la campaña en cartelería

**¿SOS PARTE DE LA COMUNIDAD MAKER?!**  
¡Disminuyamos el impacto negativo de nuestra actividad al planeta!  
La clasificación domiciliaria de residuos es fundamental para alcanzar una óptima recuperación del material reciclable

Convocatoria a toda la **COMUNIDAD MAKER** a participar del **ACOPIO EN TIENDA EN LOCALES PROVEEDORES**

**¿CÓMO?**

1. SEPARA POR MATERIAL (ABS, PLA, MATEMÁTICO)
2. TRASLADALOS A TU LOCAL PROVEEDOR
3. CANJEA POR BENEFICIOS (24 CABLETES VACÍOS → 1 PLA NUEVO)

Obtén beneficios y colabora con emprendimientos dedicados al diseño de productos con materiales reciclados

**¿SABÍAS QUÉ...?**

**SOLUCIÓN**

- En la actividad de impresión 3D se utilizan: 3.000 kg de plástico mensuales
- En promedio por usuario son 800 gramos mensuales de residuos

El material recolectado en los centros de acopio se distribuye entre emprendimientos y empresas recicladoras

El plástico puede ser reciclado de diferentes formas según sus características y posibilidades

342 kg de Filamento + 534 kg de bobinas = 876 kg de residuos mensuales

PAÑELES Y OTROS PRODUCTOS, PLACAS Y PERFILES, PELLETS

<sup>18</sup> Uriarte Domínguez Segismundo. (2010) El cartel como elemento de comunicación <https://www.monografias.com/docs113/cartel-como-elemento-comunicacion/cartel-como-elemento-comunicacion>

<sup>19</sup> Fabricantes cartelería: <https://pasacalles.uy/carteleria/#> <https://prienzo.uy/producto/carteleria-en-pvc/>

## ¿QUÉ COMUNICO? DISEÑO DEL MENSAJE

**¿Qué se busca?** Los mensajes expuestos pretenden educar a la comunidad maker, de manera positiva y amigable sobre las posibles acciones que pueden realizar y que por consiguiente contribuyen a la mejora de las malas prácticas de la actividad de impresión. A su vez, la campaña comunica sobre una red de gestión para los residuos de impresión e informa sobre las diversas posibilidades de reciclaje del material residual, en las cuales participan otros actores como ser emprendimientos sustentables de plástico y empresas recicladoras.

Esta campaña se expresa a través del recurso de personificación, ya que cuando la campaña personifica impacta de manera diferente en quien lo lee. De esta manera se logra que se genere una mayor conexión, identificación y empatía por parte del usuario, para que comprenda y tome conciencia sobre la problemática que se manifiesta y se desea solucionar.

## DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Con respecto al diseño gráfico de la campaña, lo presentado son ideas y bocetos que luego una vez la campaña se desarrolle serán diseñadas y perfeccionadas por diseñadores gráficos profesionales.



La elección de la paleta de colores se debe a colores plenos que simbolicen y hagan referencia a acciones en cuanto al reciclaje, como lo es el color verde, el color naranja se toma como alternativo.

# ESTRATEGIA - SISTEMA DE INCENTIVOS

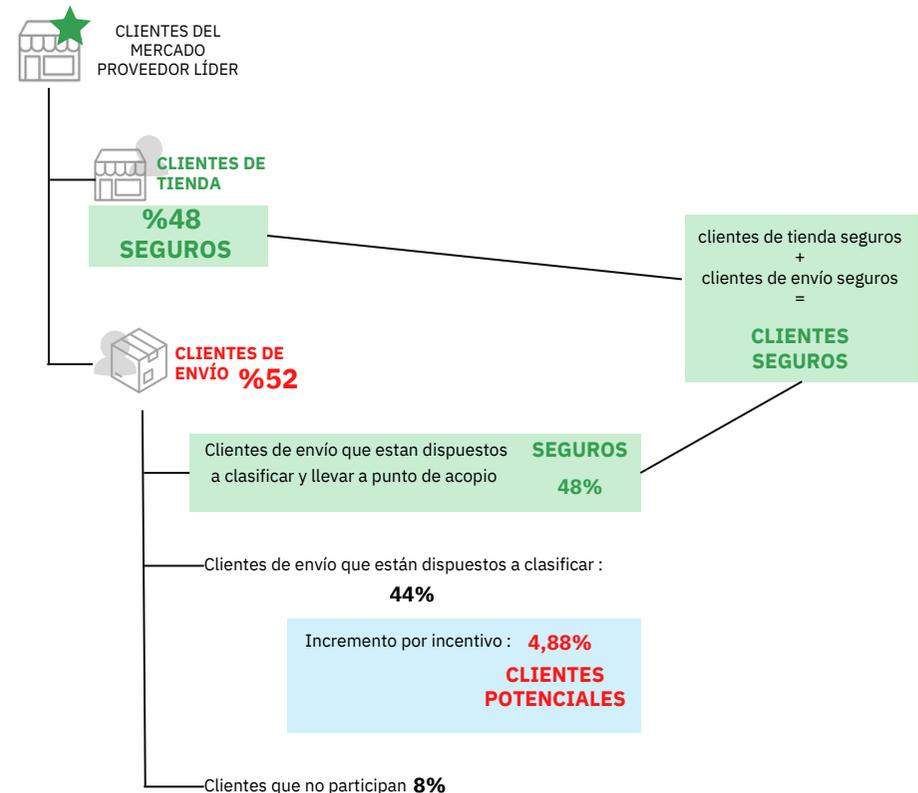
## CLIENTES DE ENVÍO

Como se mencionó anteriormente, los clientes de envío: son clientes que no acuden a la tienda para comprar su mercadería, y por consecuencia, existen menos posibilidades de que trasladen sus residuos al local.

Por lo tanto, para lograr incrementar paulatinamente la cantidad de residuos recolectados en los centros de acopio, se propone en el plan de gestión, desarrollar una estrategia basada en aplicar un sistema de incentivos. Este sistema ofrece beneficios a los usuarios de impresión 3d, que concurran a cualquiera de los centros de acopio (mercado proveedor líder) a depositar su material residual.

Para esto, se crea dentro de la categoría de clientes de envío la categoría denominada clientes potenciales, siendo estos los clientes que son incentivados a acopiar a cambio de los beneficios ofrecidos.

A continuación se desarrolla un esquema, el cual explica detalladamente las distintas categorías de clientes:



<sup>20</sup> Ver Anexo - pág 158: Análisis de datos clientes envío y tienda

## CLIENTES POTENCIALES

Los clientes potenciales, se denominan a aquellos clientes de envío, que en base al sistema de incentivo planteado podrían dirigirse a los centros de acopio a depositar su material residual.

Para realizar los cálculos sobre los posibles clientes potenciales, se tomaron datos de la primer encuesta realizada a los usuarios de impresión 3D. Según la encuesta, un 44% de los usuarios de envío estarían dispuestos a clasificar sus residuos pero no trasladarlos y depositarlos en un centro de acopio.

Así es que, como objetivo ideal es alcanzar la totalidad de estos usuarios (44%), sin embargo para el comienzo del sistema de incentivos desarrollamos un supuesto, de lo que consideramos que podrían comenzar a trasladar sus residuos a los centros de acopio.

De los datos de la encuesta tomamos como posibles potenciales a los usuarios que respondieron que compran cuatro o más rollos al mes, puesto que al comprar más cantidad de material, podrían almacenar más residuos mensualmente. De modo que si generan mayores cantidades de residuos podrían ser incentivados a trasladarlos al centro de acopio y recibir el beneficio ofrecido. Según este supuesto, los resultados obtenidos son un 4,8% de usuarios que incrementaría con el sistema de incentivos.

Recuento de ¿Cuántos rollos de filamento utiliza mensualmente? (cifra aproximada)

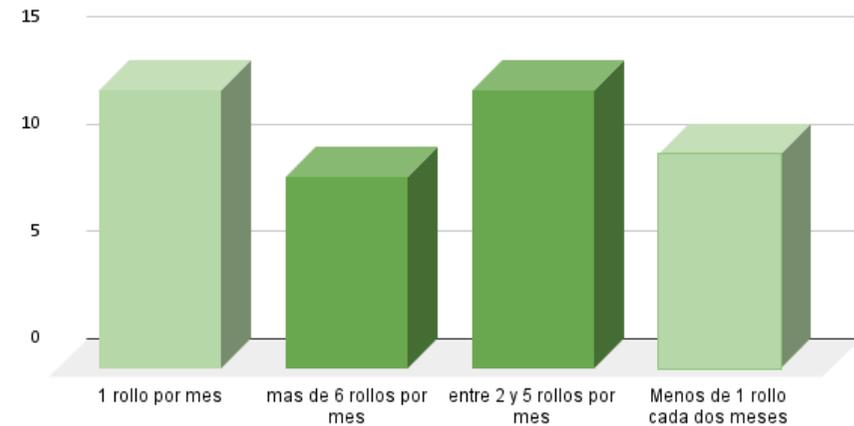


Gráfico extraído de la encuesta de usuarios de impresión 3D

## CANTIDADES RESIDUALES DE CLIENTES POTENCIALES

Residuos totales kg	Residuo de filamento kg	Residuo de bobina kg	Cantidad de Bobinas
18,20	7,10	11,07	56

## SISTEMA DE INCENTIVOS

A modo de generar un mayor acercamiento e interés por parte de los usuarios de impresión 3D, para colaborar con la problemática y contribuyendo con el medioambiente, proponemos añadir al plan de gestión un sistema de incentivos. Este tiene como antecedente los "ECOPUNTOS" desarrollados por la empresa Argentina NTH - Grillon.<sup>21</sup>

El sistema propuesto, se basa en un método de canje y retribución al cliente por la acción de recolectar los carretes y trasladarlos al punto de acopio, ofreciendo a los mismos la posibilidad de canjear 24 carretes vacíos por un carrete de filamento PLA nuevo.

De este modo, para el proveedor participante como punto de acopio, es una manera de posicionarse en el mercado como ambientalmente responsable por actuar y generar una solución a los residuos que son provocados por la actividad de impresión 3D y por ende por los productos que venden.

Por lo tanto, en la siguiente tabla analizamos las posibilidades de aplicar este tipo de programa de ECOPUNTOS a Uruguay, más precisamente al Departamento de Montevideo.

## VENTAJAS

Es un país (especialmente el nicho de impresión 3D o "comunidad maker") más preocupado por temas ambientales

El componente de distancia, no sería un gran problema, ya que las distancias son "cortas" y por ende la logística y recolección sería más eficiente.

La demanda se reduce a 4 puntos de acopio centralizados

Los precios del filamento Pla en Uruguay son mucho más elevados. Por lo tanto para el cliente es mayor el beneficio

## DESVENTAJAS

En Argentina el ente recuperador del material es la misma fábrica. En Uruguay no hay presencia de fábricas de filamento, estos son importados.

Por lo tanto, existe cierta complejidad en el hecho de disponer de un ente recuperador y destinatario de este material.

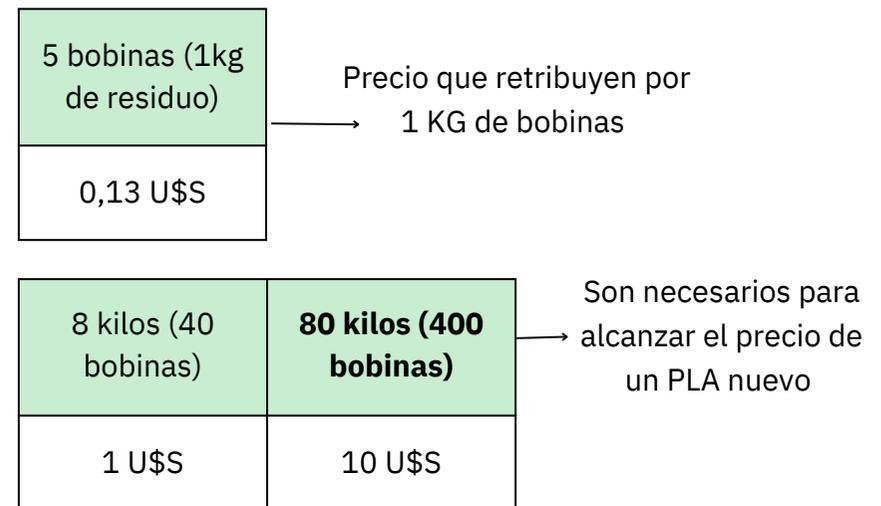
Complejidad en el sustento económico del sistema de incentivos, en cuanto quien recupera el material residual es quien aporta para generar el beneficio del PLA nuevo.

<sup>21</sup> Ver Anexo - pág 176: Antecedente Grillon Argentina

Considerando el análisis sobre las de ventajas y desventajas de aplicar el sistema de incentivo propuesto, destacamos como principal dificultad la falta de un fabricante de filamento local que se responsabilice como ente recuperador de las bobinas en desuso.

Como alternativa, analizamos la posibilidad de que Uruplac y Abbaplast como empresa recicladora participen del sistema de incentivos como agente recuperador y destinatario del material residual. En este caso, Uruplac y Abbaplast son quienes retribuyen por el material residual recolectado, la cifra que actualmente se estima en el mercado es \$5 pesos el kilo de residuo (0,13 USD). Este material posteriormente lo revalorizan transformándolo en nueva materia prima para sus productos que luego son comercializados.

De modo que, los ingresos que se reciban por parte de Uruplac y Abbaplast, son destinados al sustento del sistema de incentivos. Para ello, se debe conocer cuantos kilogramos de residuos son necesarios para alcanzar el precio de un PLA nuevo (U\$S 10). A continuación se explicitan los cálculos correspondientes sobre las cantidades necesarias para aplicar el incentivo:



# 05

## CONCLUSIONES

5.1 Conclusión

5.2 Glosario

5.3 Bibliografía

5.4 Anexo

## 5.1 CONCLUSIONES

El crecimiento exponencial de la impresión 3D en los últimos años se debe en gran medida a la aparición de máquinas económicas de uso doméstico, lo que ha generado una alta demanda de estas tecnologías impulsando el crecimiento de la oferta local. La posibilidad de fabricar productos de manera sostenible y eficiente, con reducción de desperdicios y la posibilidad de reciclar los residuos generados, son ventajas relevantes y significativas de la fabricación aditiva.

Sin embargo, la clave del éxito de este tipo de fabricación no solo reside en sus capacidades técnicas, sino en la consciencia de quien la utiliza. La falta de un protocolo regulado en el tratamiento de los residuos de la impresión 3D puede generar problemas ambientales similares a los de las formas de fabricación tradicionales. La falta de una gestión responsable y diferenciada de los residuos es un problema identificado en la impresión 3D, lo que contribuye al problema de los residuos plásticos en la industria. Por lo tanto, es necesario que exista una regulación en el futuro para contar con un marco legal que regule el tratamiento de los residuos generados y evitar impactos negativos en el medio ambiente.

La promoción y educación sobre el tratamiento, recuperación y reciclaje de estos residuos, junto con la regularización de la

actividad, son elementos clave para garantizar un futuro responsable en la impresión 3D y su contribución a la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

Con fundamento en el análisis teórico basado en los autores como Manzini, Escobar y Buchanan, se evidencia que el diseño persigue cambios principalmente sociales y estructurales, en sistemas complejos que deben ser tratados con un enfoque colectivo. En particular, el manejo de los residuos producidos por la impresión 3D es un asunto importante que requiere un cambio de enfoque en cuanto a la producción y el consumo excesivo. Dado que la impresión 3D es todavía una tecnología emergente en nuestra región, se nos presenta la oportunidad para modificar nuestros hábitos y prácticas actuales relacionadas con la gestión de estos residuos.

Es alentador destacar la disposición de los usuarios de impresión 3D en mejorar las prácticas sobre la gestión de los residuos generados. Sin embargo durante el proceso del proyecto, se presentaron dificultades tanto en la obtención de datos actualizados sobre la cantidad de plástico generado en Uruguay, así como en el acopio de información sobre la actividad de impresión 3D de proveedores y profesionales en el rubro.

Prosiguiendo con la perspectiva de cambio de paradigma, es significativo destacar la potencialidad de los FabLabs de FADU y el PTI como centros de acopio en Montevideo, no solo para formar parte de la gestión de residuos, sino también para educar a los estudiantes sobre la generación, acopio y disposición final de los mismos, concientizándolos sobre las posibilidades de reciclaje y revalorización en el ciclo de vida del material.

Si bien no podemos asegurar una solución definitiva al problema, pretendemos mediante la propuesta que hemos elaborado colaborar y contribuir los conocimientos establecidos para la mejora de dicha problemática. Nuestro propósito consiste en exponer y presentar una variedad de opciones y posibilidades, para que puedan ser examinadas y estudiadas en profundidad, con el fin de establecer una base sólida para su eventual implementación. Deseamos que nuestro proyecto pueda brindar apoyo a aquellos interesados en explorar algunos de los temas que abordamos, como la viabilidad de utilizar materiales reciclados obtenidos a partir de los residuos generados por la impresión 3D.

Finalmente como conclusión personal, consideramos que desde el comienzo del proyecto, el equipo se vió profundamente envuelto y con gran interés en la problemática detectada y en el

progreso del proyecto en sí mismo. Como estudiantes de diseño hemos utilizado este tipo de técnica para fabricar prototipos y maquetas para nuestros proyectos, de aquí surge nuestro interés y preocupación por mejorar las prácticas adoptadas durante esta actividad.

Asimismo, el presente trabajo de grado, nos ha permitido obtener una visión más global y responsable sobre la temática de plásticos en general, cuestionando nuestros hábitos adoptados en la vida cotidiana y visualizando nuestro accionar como personas responsables del cuidado del medio en el que habitamos.

Por supuesto, comprendemos que que el cambio hacia la aplicación de este tipo de técnicas y metodologías sobre la gestión de residuos de impresión 3D, implican un camino lento y dificultoso, sin embargo la preocupación latente en los usuarios de impresión y disposición para generar mejoras en la actividad nos resultan sumamente esperanzadoras y alentadoras a la hora de proyectar que en un futuro este tipo de plan de gestión pueda incorporarse como una posibilidad en el sistema de gestión actual.

## 5.2 GLOSARIO

### **APP**

Aplicación es un programa de software que está diseñado para realizar una función determinada directamente para el usuario, programa generalmente pequeño y específico que se usa particularmente en dispositivos móviles.

### **Cambio climático**

Los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. La quema de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero que actúan como una manta que envuelve a la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas. El desmonte de tierras y bosques también puede liberar dióxido de carbono. Los vertederos de basura son una fuente importante de emisiones de metano. La energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo se encuentran entre los principales emisores.

### **Código abierto - Open Source**

Hace referencia a software cuyo código fuente se ha puesto a disposición de todo el mundo de manera gratuita y otorgado con licencias que facilita su reutilización o adaptación a contextos diferentes.

### **Curado**

El proceso de controlar y mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que se desarrollen en el concreto las propiedades deseadas.

### **Desarrollo sustentable**

Proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de gasto que determinan la calidad de vida. El desarrollo sustentable involucra pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos basado en el crecimiento económico a uno de tipo cualitativo, donde se fundan estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional democrático y participativo, capaz de aprovechar las oportunidades que supone prosperar paralelamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique ir en desmedro de otro.

### **Economía circular**

Es una alternativa que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y se basa en tres principios: Eliminar residuos y contaminación desde el diseño. Mantener productos y materiales en uso. Regenerar sistemas naturales.

### **Extrusor**

Pieza de una impresora 3D por la cual se extrude el material filamentosos fundido

### **Fabricación sustractiva**

Es cualquier proceso en el que las piezas se producen al eliminar el material de un bloque sólido, barras de plástico, metal u otros materiales eliminados mediante corte, perforación y esmerilado para producir la forma deseada.

### **FDM**

De sus siglas en inglés, Fused Depositing Modeling/ Deposición por Material Fundido.

### **Filamento**

Formato en el cual vienen los plásticos para ser impresos en Impresoras tipo FDM.

### **Greenwashing**

Consiste en orientar la imagen de marketing de una organización o una empresa hacia un posicionamiento ecológico mientras que sus acciones van en contra del medio ambiente.

### **Residuo**

Cualquier sustancia, objeto o material, del cual su poseedor o poseedora se desprenda, tenga la intención o la obligación de hacerlo, independientemente de su valor.

### **Residuos sólidos**

Son materiales provenientes de la actividad del hombre en su vida cotidiana, que no reúnen características infecciosas, radioactivas y/o corrosivas. Estos residuos se originan en los hogares, restaurantes, edificios administrativos, hoteles, industrias, etc. Y son restos de comidas, papel, cartón, botellas, embalajes de diversos tipos, entre otros.

### **Termoplástico**

Material plástico que se ablanda por la acción del calor y se endurece al enfriarse, de forma reversible.

## 5.3 BIBLIOGRAFÍA

ALL3DP. Cloudflare. (2022). <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>

Andrada, L; Baráibar, F. (2017). Informe Diagnóstico Reciclado. Centro Tecnológico del Plástico.

Anichini, D; Barral, M (2020). Aportes de la impresión 3D a la fabricación de exoprótesis caninas en Uruguay. Tesis de Grado. Universidad de la República, Uruguay.

Arango Marín, M. (2021) Diseño para las transiciones: una ruta formativa desde las identidades y los saberes artesanales. RChD: creación y pensamiento, 6(10), 01-17

Arteaga Medina, L. (2015) Fabricación y caracterización de filamentos para impresora 3D a partir de materiales reciclados. Tesis de grado España: Universidad de la Laguna.

Asociación Española para la Calidad. (2019) Gestión de los Residuos. <https://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/gestion-de-los-residuos>

A. (2022). PLA y PETG: características, diferencias y aplicaciones. Abax Innovation Technologies. <https://abax3dtech.com/2020/12/15/pla-y-petg-caracteristicas-diferencias-y-aplicaciones/>

BioPrinter. (s. f.). FabLab Universidad de Chile. <http://www.fablab.uchile.cl/proyectos/438/bioprinter/>

Bucco, M. (2016). La impresión 3D y su aplicación en los servicios médicos (prótesis, fármacos, órganos). Tesis de Maestría, Universidad de San Andrés.

Buchanan , R. . (2010). Problemas perversos en el pensamiento de diseño. Kepes. Recuperado a partir de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/kepes/article/view/477>.

Caballero,B., Flores, O. (2016). Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico Polietilen-Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción. Tesis de grado, Universidad de Cartagena Facultad de Ingeniería.

Capricho, N. (2022). Industria 4.0 para el desarrollo de una Economía circular. Uruguay, Montevideo: Escuela Universitaria Centro de Diseño. Universidad de la República.

Capricho, N. (2020). El Diseño Industrial en la Economía Circular. Trabajo de Grado. Escuela Universitaria Centro de Diseño. Universidad de la República, Uruguay.

Capricho, N; Olivera, A; Cristóbal, S; Martínez, M. (2022) Manual ecodiseño circular (2da ed.) Centro Tecnológico del Plástico. Laboratorio Tecnológico del Uruguay .

Díaz, Felipe (2018) *Impresión 3D, Una Introducción*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios superiores Cuautitlán.

Digital Naturalism Laboratories. (2021, 24 junio). Upcycled Plastic to Precision Prototyping Materials [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OasLxZwZ2D4>

Ellen MacArthur Foundation (2014). Hacia una Economía Circular: motivos económicos para una transición acelerada. Habilitado en: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

Escobar, C (02 de 09 de 2016). IMPRESORAS3D.COM. Obtenido de Tipos de impresoras 3D: <https://impresoras3D.com/blogs/noticias/102883975- tipos- de- impresoras-3d>

Fillamentum Manufacturing Czech s.r.o. (s.f). Fillamentum | addi(c)tive polymers. Fillamentum. <https://fillamentum.com/>

Greenwashing: definición y ejemplos. (2022, 14 noviembre). Selectra. <https://climate.selectra.com/es/que-es/greenwashing>

Guía sobre impresión 3D por estereolitografía (SLA) de 2020. (s. f.-b). Formlabs. <https://formlabs.com/latam/blog/guia-definitiva-estereolitografia-sla-impresion-3d/>

Horta, R; Horta, Luis. (2020). Gestión de residuos en Uruguay desde una lógica de cluster. Cuadernos de RSO. Vol. 8 - nº1 2020 p. 107 - 121

impresoras3d.com. (2021, 14 junio). Breve Historia de la impresión 3D. <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/>

impresoras3d.com. (2021). Reciclaje de Plásticos en Impresión 3D. <https://www.impresoras3d.com/reciclaje-de-plasticos-en-impresion-3d/>

impresoras3d.com. (2021). RECICLAJE E IMPRESIÓN 3D ► LA ALTERNATIVA SOSTENIBLE [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=U71tCvaCf1s>

Inboundcycle, I. (2021, 11 noviembre). Tipos de impresoras 3D y técnicas de impresión: una rápida visión en conjunto. BCN3D Technologies. <https://www.bcn3d.com/es/tipos-de-impresoras-3d-y-tecnicas-de-impresion-una-rapida-vision-en-conjunto/>

Instructables. (2023). Plastic Smoothie - DIY Plastic Recycling. <https://www.instructables.com/Plastic-Smoothie-DIY-Plastic-Recycling/>

Ideas Carpinteria. (2021, 8 agosto). Como hacer macetas de cemento con tapitas de plástico reciclado | Terrazo con plástico molido [Vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=RDFhVro\\_GyM](https://www.youtube.com/watch?v=RDFhVro_GyM)

Kross, R., (2011). How 3d Printing will Change Absolutely Everything it Touches [Versión electrónica]. Forbes. Recuperado setiembre 2022 de <http://www.forbes.com/sites/ciocentral/2011/08/17/how-3d-printing-willchange-absolutely-everything-it-touches/>

Kreiker, J; Gaggino, R. (2015). Emprendimiento de fabricación de ladrillos con plástico reciclado involucrando actores públicos y privados. Centro Experimental de la Vivienda Económica, Asociación Vivienda Económica. Universidad de Buenos Aires. [Archivo pdf] . CONICET\_Digital\_Nro.a447c64a-9704-4c31-972c-d20a3b201c13\_A.pdf

Kumótica. (2022, 2 mayo). *Historia de la impresión 3D: Año a año*. <https://kumotica.es/blog/impresion-3d/historia-de-la-impresion-3d-ano-a-ano>

LEY N° 19.829. Ley de Gestión Integral de Residuos (18 de Setiembre de 2019).  
<https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19829-2019>

Leyton, Fabricio.(s.f). Estudio y caracterización de las variables que afectan a la impresión 3D en la generación de objetos manipulables. Tesis de grado. Montevideo: Universidad de la República. Escuela Universitaria Centro de Diseño.

Limongj, P. (s.f). Diagnóstico de estado de situación a nivel nacional sobre la contaminación marina por microplástico. Ministerio de Ambiente. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/microplasticos>

Lumber Andrada. (2017, 15 octubre). Uruplac reciclados [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=sJeRfvA4VPQ>

Manual los Plásticos en la Economía Circular. (2020). (6ta ed.). Ecoplas Plásticos y Medio ambiente . Argentina.[ Archivo pdf ] Libro-digital-Manual-Economia-Circular-OK.pdf

Manual de Valorización de los residuos plásticos. (5ta ed.) Ecoplas. Reciclado\_MecanicoECOPLAS.

Manual de residuos domiciliarios. (s.f). Montevideo Ambiente. [Archivo pdf] [manualderesiduosolidosdomiciliariosweb1.pdf](#)

Manzini, E., Romero, J., Fluxà, L., Branzi, A., Bevilacqua, D. C., Costa, J., Barrabés, C., Ruiz-Geli, E., Beylerian, G. M., & Jarauta, F. (2013). Cuadernos de Diseño 3: Diseño, innovación, empresa (2013: edición revisada digital (2009: 1a edición i). IED Madrid.

Ñauta, A., Vergara, M. (2017). Simulación de Termofluidos de PLA natural y ABS en el proceso de impresión en 3D. Maestría en Métodos matemáticos y simulación numérica en Ingeniería. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, Unidad de Posgrados

Pereira, G; Schaich, J (2015). Impresora 3D en los procesos productivos del mobiliario tradicional. Tesis de Grado. Escuela Universitaria Centro de Diseño, Uruguay.

Programa PAGE Uruguay. (2019, 23 diciembre). *Uruplac - Ganador Uruguay Circular 2019 en Categoría MiPyMEs (español)* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=uWQ1CougGDg>

Plan Nacional de Gestión de Residuos. (2021). Ministerio de Ambiente. [Archivo PDF].<https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/PNGR-general.pdf>

Residuos Profesional (2015). Ladrillos fabricados a partir de residuos plásticos. Residuos Profesional. <https://www.residuosprofesional.com/residuos-plasticos-fabricar-ladrillos/>

Redwood, B., Schöffner, F., & Garret, B. (2017b). The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications (1st ed.). 3D Hubs.

Riveiro, L. (2015). Impresión 3D o el mundo de la producción a disposición del consumidor. DIPLOMATURA EN DISEÑO DE MOBILIARIO – FARQ / UDELAR

Roberson, D. (s.f.)¿Qué es la impresión 3D? (s. f.). <https://ultimaker.com>.  
<https://ultimaker.com/es/campaign/what-is-3d-printing>

desechos plásticos en Laboratorio de Manufactura. Artículo Revista de Tecnologías en Procesos Industriales. Vol.3 No.9 16-23 México: Universidad Politécnica de Amozoc

Silva, O. J. (2022, 8 julio). FORMAS DE CURAR EL CONCRETO. 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/formas-de-curar-el-concreto/>

Silva García, M. (2013). Impresoras 3D ¿revolución tecnológica o social?. Universidad de la República, Uruguay.

S., S. (2023). Guía completa: los plásticos en la impresión 3D. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015/>

Trotti, F. (2021). Filamento Impresora 3D: ¿qué son y cómo elegir el mejor? <https://www.weerg.com/es/guias/filamento-impresora-3d-que-son-y-como-elegir-el-mejor>  
Copiar al portapapeles

United Nations. (s. f.). *¿Qué es el cambio climático?* / Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

# A N E X O

5.4.1 Definición del Problema

5.4.2 Entrevistas

5.4.3 Encuestas

5.4.4 Análisis de Datos

5.4.5 Tabla de Requisitos

5.4.6 Benchmarking

5.4.7 Emprendimientos

5.4.8 App análisis de experiencia de usuario

5.4.9 Contenedores

5.4.10 Antecedente Grilon

## 5.4.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### HERRAMIENTA: MÉTODO DIY - DESARROLLO E IMPACTO, ¡YA!

<b>¿Cuál es el problema clave que estás tratando de abordar y por qué es tan importante?</b>	<b>¿Para quién es un problema?</b>	<b>¿Qué factores sociales/culturales componen este problema?</b>	<b>¿Qué evidencias tienes que indican que esto vale la inversión?</b>	<b>¿Puedes pensar en este problema desde un enfoque diferente? ¿Puedes replantearlo?</b>
<p>El problema clave son los residuos plásticos generados por la impresión 3D. No existe hasta el momento, una correcta gestión de los mismos post consumo por ser en su mayoría residuos mezclados (de diferentes plásticos), por lo tanto es muy complejo el reciclaje. Esto provoca que muchos usuarios no encuentren la manera de reutilizar este plástico.</p>	<p>Es un gran problema para los usuarios interesados por los residuos que no tienen posibilidad de reciclaje. Estos residuos en muchos casos son almacenados por tiempos indefinidos en los lugares de trabajo de los usuarios sin un fin determinado. En los casos que estos residuos terminan en la basura, se convierte en un problema de la sociedad y el medioambiente, ya que no son clasificados correctamente.</p>	<p>La innovación tecnológica provocó en los aficionados por la fabricación digital un mayor interés en la impresión 3D, y la llegada de las mismas al país fue vista como una nueva posibilidad de negocio para aquellos que comenzaban a emprender un proyecto propio. Además, existe un gran interés por parte de esta comunidad por la revalorización de residuos, muchos de estos usuarios los almacenan hasta quedarse sin espacio, con el único fin de evitar que terminen en el vertedero. Existe una preocupación medioambiental inminente, pero la falta de práctica en gestión de residuos afecta a la solución.</p>	<p>Según las encuestas, el 93% de los usuarios utiliza PLA en sus impresiones. Existen estudios realizados a nivel nacional por Kenistech, sobre el reciclaje del PLA. Es un material casi imposible de reciclar por su punto de fusión y composición, y es biodegradable solo en ciertas condiciones. Esto indica que existe un problema que aun no fue solucionado. Existen en Uruguay una diversidad de empresas gestoras de residuos, emprendimientos de reciclaje de plásticos, entre otras, que tienen la disponibilidad y la infraestructura para tratar este tipo de residuos.</p>	<p>Se podría abordar este problema de raíz, y estudiar las diferentes formas de reducir y gestionar los residuos generados en la impresión.</p>

## 5.4.2 ENTREVISTAS

En las páginas siguientes se desarrollarán segmentos que consideramos importantes, de algunas de las entrevistas que hemos realizado durante el proyecto. Estas fueron realizadas a profesionales de diversos rubros de los cuales de alguna forma u otra se encuentran involucrados en la temática que presentamos. Algunas de las entrevistas fueron tomadas como referencia para la ideación y planificación de la propuesta de gestión que hemos generado.

- Sosa, Maite (FabLab/FADU), (29/07/2022)
- Vega, Joaquín (Vega DS), (01/08/2022)
- Lozano, Matias (Tacho), (03/08/2022)
- Kenis, Fernando (KENISTECH), (04/08/2022)
- Ialmix, (04/08/2022)
- Capricho, Nicolás (Ctplas), (16/08/2022)
- Wyaux , Nicole (Plasticoin), (06/10/2022)
- Sofía, Miguel (Macrotec), (06/10/2022)
- Yosi, Carlos (Taym), (24/11/2022)
- Andrada, Lumber (Uruplac), (6/12/2022)
- Voluminot, Francisco (Abito), (12/12/2022)
- Berruti, Marcelo, (12/12/2022)
- Puritas, Fernando (Grillon- Argentina), (13/12/2022)
- enKoncreto (emprendimiento de concreto), (24/02/2023)

## ENTREVISTA MAITE SOSA - FADU

### ¿Qué tipo de impresoras usan?

Actualmente todas las impresoras utilizadas son de tipo FDM, hay dos marcas Multimaker y Raise.

### ¿Qué tipo de materiales?

Al principio se usaba ABS ahora ya no se usa más, actualmente se utiliza casi el 95% de PLA. Han hecho proyectos con otros tipos de materiales como por ejemplo el TPU y el hidrosoluble.

Fundamentos de uso del PLA: es más amigable con el medio ambiente que el ABS, es menos rígido lo cual permite imprimir variedad de productos.

### ¿Qué hacen con los residuos que se generan?

En el Fab Lab lo que sucede es que hay muchos residuos de variedad de materiales, tanto de las impresoras como de otros tipos de máquinas como el láser, en el cual se utiliza cartón y mdf. Existieron intentos de realizar una gestión más responsable de los residuos pero existen normativas que exceden el laboratorio y cuestiones burocráticas de quien se hace cargo de los residuos.

Con respecto a los residuos de Pla los clasifican y guardan en una caja especial para ello sin un fin específico.

Las bobinas están almacenadas en un cuarto, no las quieren tirar pero el espacio es finito y cada vez se juntan más cantidades.

## ENTREVISTA JOAQUÍN VEGA - ESTUDIO VEGA DS

### ¿Qué tipos de trabajo realizas? ¿Para quienes?

Es un emprendimiento personal que se presenta como estudio de diseño profesional centrado en fabricación digital. Es una empresa formal habilitada como proveedor del estado (RUPE). Apunta a un mercado mucho más exigente, conformado principalmente por profesionales de rubros diversos, empresas, artistas y coleccionistas. La mayoría de los clientes son estudios de diseño y arquitectura, empresas fabricantes, odontólogos, cirujanos, joyeros y emprendedores que cuentan con financiación estatal (ANII / ANDE). El diferencial es el diseño, la variedad de tecnologías y materiales ofrecidos, el asesoramiento y la atención personalizada. Realizamos desarrollos de producto en sus primeras etapas, piezas a medida, repuestos, herramientas de fabricación (como moldes y guías), cartelería y piezas en materiales especiales para el rubro médico, dental y joyería. Además de otros servicios esporádicos como la realización de renders de producto, cursos personalizados de modelado e impresión 3D y asesoramiento a empresas interesadas en adquirir estas nuevas tecnologías en sus procesos.

### **¿Qué tipo de impresoras tienes?**

2 impresoras de resina y 2 de dep. fundida FDM

### **¿Qué materiales utilizas para tus impresiones? Si utiliza uno mas que otro porque?**

Imprimo principalmente con PETG. La relación resistencia-mecánica para imprimir es mejor. También utilizo PLA para maquetas.

### **¿Clasificas los residuos según cada material ?**

Clasifica residuos x material y color

La mayor cantidad de residuos es por impresiones fallidas, genera residuos pero no tantos porque diseña los productos para que tengan lo menos soportes posibles.

### **¿Cómo visualizan el futuro de la actividad en el Uruguay a mediano y largo plazo?**

Me sorprende lo lento que se ha incorporado la tecnología a nivel de empresas medianas y grandes de forma generalizada; ya que es una herramienta con un potencial y flexibilidad muy grande.

Considero que esto va a cambiar en el mediano plazo a medida que las nuevas generaciones, con mayor manejo de la tecnología, vayan reemplazando a las generaciones anteriores en puestos de toma de decisiones. Creo que va a ser cada vez más común entrar, por ejemplo, a un taller mecánico o a una carpintería y ver una impresora en funcionamiento.

Sin duda nos espera un futuro en el que la impresión 3D va a ser un proceso productivo más en el sistema global, que será utilizado de forma cotidiana para aquellas actividades en las que es útil y convivirá con otros más tradicionales en aquellas que no lo es; generando nuevas oportunidades.

## ENTREVISTA FERNANDO KENIS (KENISTECH)

El tema de residuos es un tema bastante interesante, nadie desecha lo que le es útil.

Los productos de baja vida útil terminan en la basura “chucherías”.

Lo importante es que comencemos haciendo una división clara: impresión hobbista y la impresión más industrial. En esta división se encuentra el punto central del crecimiento de la actividad. Lo ideal sería que la impresión industrial se empiece a comer de a poco a la impresión jovista - tema de prevención de generación de residuos. Más allá de la impresión lo más importante es lo que imprimas, ya que si se imprime por cualquier cosa cada vez se generan más desechos.

Las impresoras comerciales, son las más económicas y pasan que se rompen fácilmente, se desajustan y hay que estarles arriba todo el tiempo.

Normalmente en la impresión comercial se utiliza material plástico filamentoso PLA (Ácido Poliláctico), este material presenta facilidad de impresión.

En lo personal he probado realizar filamento PLA reciclado, en mi experiencia no funcionó, termina haciéndose agua y lo poco que he podido sacar no es imprimible. En el caso de que se pudiera sería necesario utilizar un 75% de PLA virgen y añadirlo al residuo para fabricar el filamento, es decir que estas usando materia prima nueva por lo tanto el propósito del reciclaje no sería eso.

El PLA no es un polímero industrial ni de ingeniería, por lo tanto no resiste mecánicamente. Si se recicla deben hacerse productos decorativos o que no necesiten resistencia mecánica. Producto que sea útil pero que no requiera esfuerzos.

Realice una extrusora casera para producir filamento reciclado para impresión 3D. El filamento de ABS creado a partir de tablets y computadoras ceibalitas recicladas.

Compro el material residual que me sirve a empresas como Ecopet, ABS.

## ENTREVISTA NICOLE WYAUX (PLASTICOIN)

### ¿Se vuelven a re clasificar los residuos luego de que el usuario lo hizo de manera doméstica?

La condición es que los residuos ya vayan previamente clasificados, limpios y secos por los usuarios. Ellos no mencionan el concepto residuo sino que hablan de materiales porque tienen una segunda vida, son insumos para reciclar. El usuario en su casa separa lo que en PlasticoIn aceptan, y si el plástico es aceptado les dan las monedas a cambio. La idea es “te premio con las monedas (incentivo) por el trabajo que hiciste previo en tu casa de clasificar los plásticos y llevarlos al centro de acopio”.  
Limpios y secos

El objetivo final es que el usuario aprenda en su casa qué tipo de plástico es cada cosa, para que ya lo clasifiquen según cada cosa. En el centro de acopio separan en bolsones por botellas de pet, plástico número 2 y 4 de baja y de alta.

#### Objetivo:

- el ciudadano no salga de su rutina y cotidianeidad, sino que vaya a los lugares que concurre y que este deje los plásticos
- establecer puntos estratégicos donde las personas se mueven más.

### ¿Brindan algún tipo de reglamento de clasificación a los usuarios?

Es un instructivo - manual y asesoramiento

En la página web video enseña a clasificar e identificar los diferentes tipos de plásticos que hay según el código de cada uno. Educar sobre que tipos de plásticos pueden ser reciclados y cuáles no.

Presenta 3 pasos para realizar en el hogar:

- Separar: en otro recipiente separar los plásticos de los otros restos de residuos
- Clasificar : identificar cuales pueden ser reciclados y su tipo de plástico
- Acondicionar: Lavar y secar los plásticos y posteriormente compactados

### ¿Cómo es la logística que desarrolla para la recolección de los residuos?

- Tip: lo más importante es facilitar para que el usuario pueda llevar el plástico. Depende de que material, el volumen que se maneja, porque si el volumen es chico se puede utilizar una bicicleta. La bicicleta pasaba por demanda.
- Ventaja: plástico es liviano

sistemas que aproveches en la logística de lo que ya existe

## ENTREVISTA MIGUEL SOFÍA (MACROTEC)

### ¿Qué tipos de impresoras son las más usadas en el mercado Uruguayo?

Las más baratas, tienen impresoras que van de 300 dol a 1500. la más vendida es la de 300. En Uruguay lo que más busca es la impresora más barata, por varias razones:

- el que tiene una granja de impresoras (al menos 10 impresoras e imprimir a grande escala), le afecta al presupuesto, busca la mayor rentabilidad
- otros clientes son hobbistas, que se están introduciendo a la fabricación digital, entonces son impresoras de entrada.

Son pocas la impresoras costosas las que se venden, impresoras de entrada o económicas.

### ¿Cómo visualizan el futuro de la actividad en el Uruguay a mediano y largo plazo?

Creo que la impresión 3D todavía está en pañales, todavía hay mucho desarrollo por hacer. Macrotec está en el negocio recién hace 2 años. Pero que en este tiempo han visto muchos avances tecnológicos y que igual hay lugar para muchos más. Antes tener una impresora 3d era algo costoso, marcas como creality y otras han logrado generar impresoras económicas.

Los mas fundamentalistas dicen que todos vamos a tener una impresora en cada hogar, muy similar a la visión que tenía Bill Gates cuando decía que todas las personas iban a tener una impresora en su casa.- no creo que sea algo tan masivo como las computadoras, pero se comporta de una forma similiar , las primeras eran sumamente costosas y ahora las puede comprar cualquier persona casi de cualquier clase. Son cada vez más baratas.

Hay lugar para todos, los que descargan archivos de los bancos y los imprimen -

Le veo muy buen futuro, va en incremento acelerado pero hay crecimiento para rato.

### ¿Nota un incremento sobre la preocupación ambiental en sus clientes?

Si, sin duda que hay preocupación y cada vez hay más. sobre todo en las nuevas generaciones.

Y se están haciendo muchas cosas:

- Algunos están haciendo bobinas de cartón: el filamento viene envasado al vacío a la bobina le ejerce fuerza y eso hace que el cartón se pueda romper o blanda y deformada.

Eso a algunos clientes no les gusta

- En Argentina están haciendo o empezando, definir varios puntos de recolección de bobinas.

Cuando piensas en algo ambiental tenes que pensar en todos los aspectos de esa solución: la logística, distribución y mantenerte siempre con los costos adecuados de la solución.

### **Filamento mas vendido:**

Hoy en día el material más utilizado es el PLA, quizás un 90 % es el más usado.

Hay un problema que se dice que muchos materiales son PLA y al final no lo son o que le agregan aditivos al material, entonces hace que se comporte de una manera un poco más contaminante que el PLA natural y 100% puro.

### **Luego de la compra del filamento, ¿que porcentaje de clientes que retiran la compra en la tienda y que porcentaje le hacen envío?**

Es un 50.% 50 % mucha gente lo compra por la web pero prefieren retirarlo en la tienda, ya que no están en todo el día en su casa entonces no hay nadie que se los reciba. Como la tienda está en un lugar céntrico pasan por ahí y lo retiran.

## ENTREVISTA CARLOS YOSI (TAYM)

### ¿Qué volúmenes de plásticos recolectan al mes?

Entre 4 y 7 mil kilos mensuales de plástico  
Volúmenes más grandes son de botellas

### ¿Qué materiales recolectan?

Cartón, Vidrio, Tetra Pack, Metales, Papel, Orgánicos , Plásticos (nylon, botellas, bidones, film, espuma plast, vasos, contenedores),

### ¿Cuál es el destino de los residuos plásticos recolectados ?

Enfardan, limpian y acondicionan, posteriormente los envían a las empresas de reciclaje como Ecopet, Rotondaro, Deposito Pedernal, Uruplac, entre otros.

### Pasos en la gestión y valorización de residuos:

Implementación: Asesoramiento e instalación de equipamiento para la clasificación de residuos en origen.

Compromiso: Capacitaciones periódicas para el involucramiento del equipo interno. Comunicaciones con información vía electrónica.

Jornadas de reciclaje: Implementación e información de jornadas de reciclaje para plásticos (Plasticoin).

Operativa: Recolección, transporte y disposición final con valorización del residuo.

Análisis de Gestión: Gestión de información estadística de los residuos tratados.

### Procesos

Traslado de residuos mezclados centro disposición final de la IM.

Traslado de residuos valorizables a nuestra planta de prosesamiento y enfardado.

Traslado de residuos valorizables a plantas de reciclaje autorizadas.

Trazabilidad en todos los residuos generados.

Equipamiento: camiones de reciclaje

Frecuencia de retiro de residuos: de Lunes a Domingo

## ENTREVISTA LUMBER ANDRADA (URUPLAC)

Uruplac encontró un nuevo proceso de reciclar materiales que no tenían otro fin que no fuera el vertedero. Ya que las técnicas de reciclaje que existen son de monoproductos y no materiales mezclados. Se le generó valor a un residuo que antes no lo tenía.

Ingresan 20 toneladas de residuos al mes

Todos los años incorporan nuevos materiales - están dispuestos a recibir cualquier material.

### Impactos:

- Optimizar los recursos
- Bajar costos en la industria de la construcción
- Personas que viven de la recolección de residuos, van a ver aumentado sus ingresos

### **Decreto 182 03**

- Toda acción económica que sucede en Uruguay y que genera residuos, no deben ser tirados en los contenedores comunes que corresponden a la intendencia.
- Intendencia: hace cargo de los residuos domiciliarios, barridos de espacios públicos
- Residuos comerciales- deberían tener un plan de correspondencia extendida al productor.

### **Material llega a Uruplac:**

- A) Las empresas gestoras lo recogen y lo traen.: Ejemplo: TAYM y ABITO
- B) hay empresas que lo traen ellos directamente. ( sin intermediarios)
- C) De cooperativas sociales

## **ENTREVISTA FRANCISCO VOLUMINOT (ABITO)**

Abito es una empresa de gestión de residuos, que facilitan que las personas (empresas) puedan clasificar sus residuos en origen y luego cuentan con una logística de retiro selectivo con camiones que pasan a recolectar cada tipo de residuo por separado. La gran mayoría pasan por una planta de clasificación misma de Abito para que luego vayan a las plantas de reciclaje. Se encargan de la logística y acondicionamiento de los residuos para luego llevarlos a los centros de reciclaje.

### **¿Qué aspectos/estrategias hay que tener en cuenta para realizar una buena gestión de residuos?**

Lo primero que deben pensar para comenzar a hacer un plan de gestión deben al comienzo hay que verificar qué tipos de materiales son los que se van a tratar y las cantidades de material residual que se va a recolectar.

Logística habilitada y regularización de la Intendencia de Montevideo.

### **¿Cómo se organizan para hacer la recolección semanal ?**

Depende mucho de los volúmenes de residuos, a las empresas es diariamente y a los particulares según necesidades pero generalmente es semanal.

## ENTREVISTA MARCELO BERRUTI

Mi principal idea es realizar productos decorativos, por lo que no me molesta si pierde calidad o resistencia mecánica porque no lo necesito.

Para mi en lo personal lo mejor es convertir plástico para que sea otro material, ya que este tipo de plástico para que vuelva a ser plástico es más complicado.

El material que utilice es PLA +.

Proceso:

1- Separa por distintos tipos de materiales residuales (en diferentes cajas)

2- No tritura el material lo pone tal cual está, recortes de filamento y trozos sobrantes. Porque las cadenas de plástico son grandes y cuando se tritura se pierde calidad. Además cuando se realizan estos tipos de procesos el plástico cuando se enfría y vuelve a endurecer comienza a mutar y puede perder calidad.

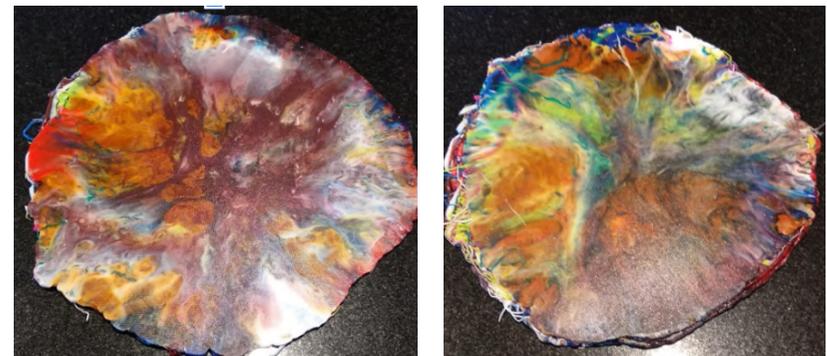
3- Utiliza una plancha de sublimación que calienta hasta los 200 grados aprox - sucede que no queda parejo de espesor, para eso utilizar una prensa para dejar que se enfríe y tome un espesor parejo. La sublimadora da calor solo de un lado, lo que sucede es que el calor no es parejo.

4- Coloca teflón arriba y abajo del plástico

5-Lo corta con trincheta - pero se puede cortar con una cnc también pero tiene que tener un espesor parejo

6- la idea a futuro es ponerlo de nuevo en el horno, prensarlo y que quede de un espesor parejo para fresarlo.

Consideraciones: no mezclen los plásticos y el PLA es un plástico bastante sensible porque se funde a temperaturas bajas.



## ENTREVISTA FERNANDO PURITAS (NTH -GRILON)

El desecho más clásico del filamento de la impresión 3D es el carrete, se agota el insumo y pasa a ser desecho. Un carrete vendido es seguridad de que 200 gr van a ir a la basura luego de que se termine el filamento.

El material recolectado vuelve a la fábrica de origen, el plástico va de nuevo a un re-proceso industrial, el plástico se convierte de nuevo en un insumo para maquinaria plástica en pellet y ahí se vende.

Es sorprendente cómo el consumidor de 3d guarda los carretes - aunque compren pocos rollos al mes.

Solución de escala es recuperarlo como plástico picado - pellet

El programa de ECOPUNTOS, busca reciclar y reutilizar carretes vacíos de filamento de impresión 3D, con el fin de reducir la contaminación que esta actividad genera, y de esta forma, contribuir al cuidado del medio ambiente, haciendo un uso más responsable y evitando la disposición inadecuada de estos carretes.

Ecopunto: trabaja con el método de canje

- El distribuidor acumula los carretes vacíos recolectados ( de a 2mil 3mil) y una vez que van a reponer mercadería, devuelven a la fábrica los carretes vacíos que recolectaron.
- Cada 24 carretes vacíos (2 docenas) - el cliente sabe que llena la caja de masterbox lo lleva
- 24 vacíos equivalen a un PLA nuevo comercial sin abrir
- Termina en la fábrica y entrega al distribuidor un PLA nuevo por cada 24 vacios q recibe - canje
- Los ecopuntos están habilitados a todo distribuidor que está en la zona de reparto de grillon - área metropolitana de Buenos Aires y gran Buenos Aires (2 zonas en las que están localizados los ecopuntos).
- Existe una conexión entre todo el mercado y eso lo hace doblemente eficiente - La empresa trata con los 6 mayoristas y estos tratan con los minoristas. El mayorista (hub) tiene tránsito interno es decir, concentra lo recolectado por los minoristas (puntos de venta).

## **ENTREVISTA enKoncreto (EMPREDIMIENTO DE CONCRETO)**

### **¿Qué tipo de cemento utilizan? ¿Y por qué?**

Dependiendo la pieza que se vaya a hacer y el color que elija el cliente usamos cemento gris o cemento blanco. También para piezas que necesitan ser más livianas usamos una mezcla propia de concreto.

### **¿Cuál es el proceso de fabricación de una pieza?**

Si bien el proceso es básicamente el mismo para piezas pequeñas que grandes el acabado es lo que cambia; si es para interior, exterior, contacto con agua o algo en particular.

Se realizan los moldes, la mezcla más apropiada, se deja secar y se da terminación de acuerdo al producto final.

### **¿De qué materiales se compone el cemento?**

El cemento se compone de una mezcla de piedra caliza, arcilla y yeso.

El concreto es una mezcla de cemento y agua (siempre) más arena, grava y/o pigmentos.

Utilizamos arena, portland y para reforzar el concreto fibras plásticas (plástico procesado e industrializado, son hilos).

Macrofibras: para piezas macro tipo mesadas y macetas grandes.

Microfibras: para piezas más pequeñas

### **¿Qué proporciones utilizan?**

Depende de la pieza final, si se necesita más dureza o mayor resistencia a algo. Va desde 1 a 1 hasta 3 a 1.

### **¿De qué material son los moldes que utilizan ?**

Los moldes que usamos son de silicona o placas de pvc. Los moldes tienen mucha reutilización, la silicona tarda mucho en romperse, quizás por la mala utilización pero las paredes del molde no se desgastan pasa mucho tiempo.

### **¿Qué dificultades se presentan a la hora de realizar una pieza en cemento?**

Las dificultades suelen ser muchas: desde maniobrar una pieza pesada, que se pueda partir en el proceso o en el envío, que el color no quede tal cual se esperaba.

## 5.4.3 ENCUESTAS - RECOLECCIÓN DE DATOS

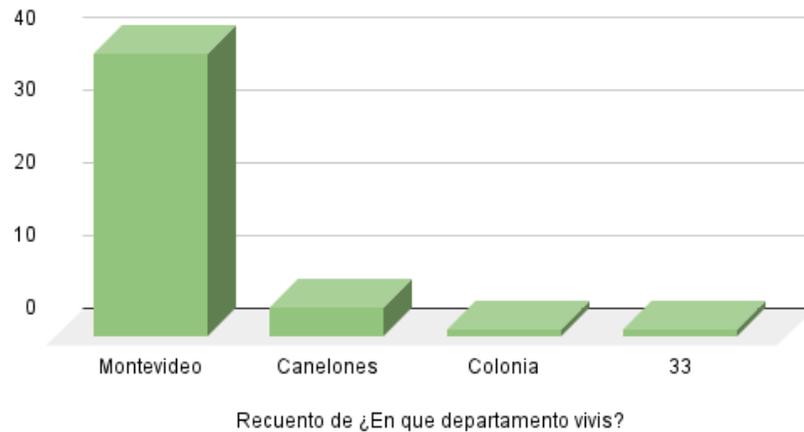
### ENCUESTA USUARIOS DE IMPRESIÓN 3D

Encuesta realizada a usuarios de la impresión 3D a través de Google Forms, con 58 respuestas

### RESIDUOS DE IMPRESIÓN 3D FDM

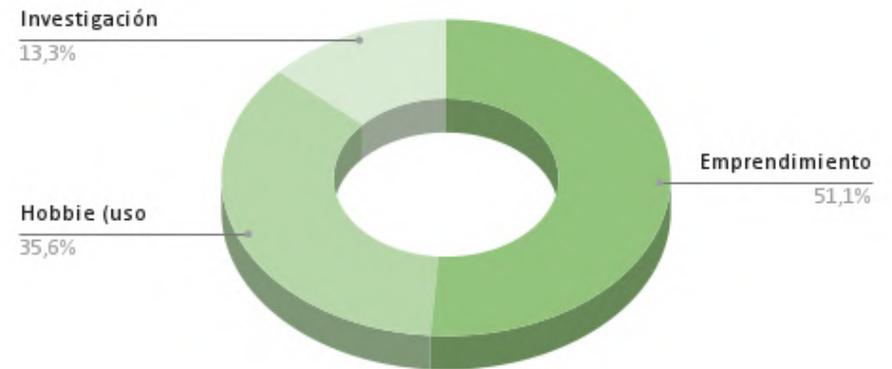
1

¿En que departamento vivis?

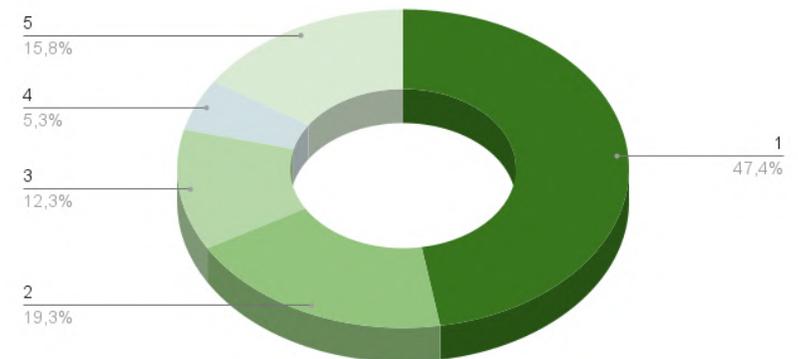


2

¿Con qué fin utiliza su o sus impresoras?

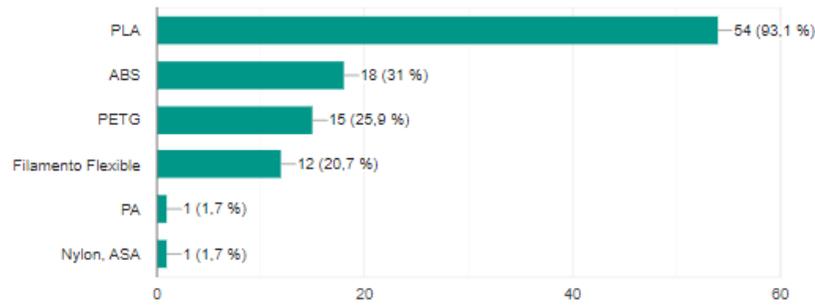


3



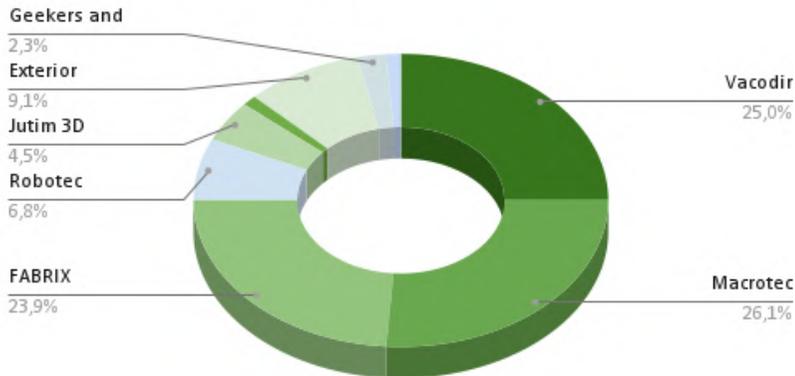
4

¿Qué tipo de plástico utiliza para sus impresiones?



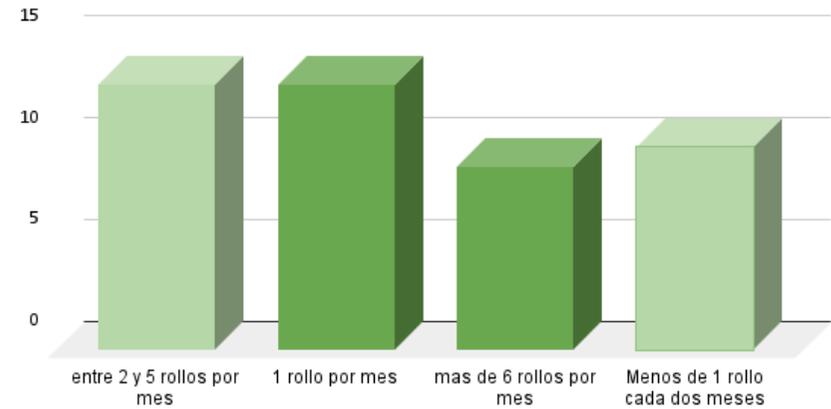
5

¿Dónde compra filamento?



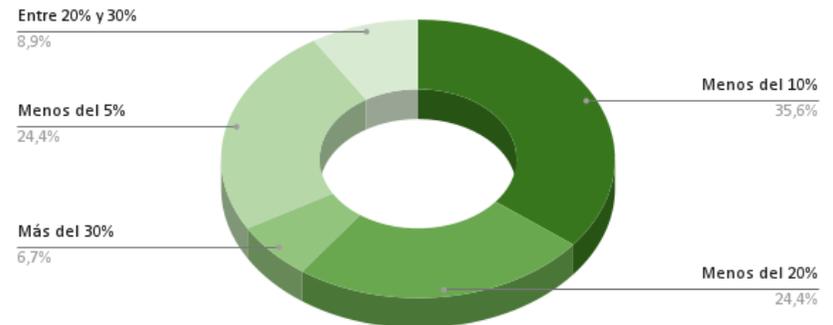
6

¿Cuántos rollos de filamento utiliza mensualmente? (cifra aproximada)



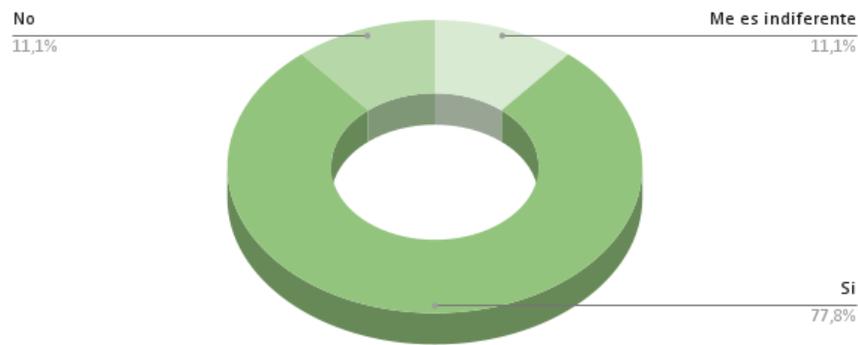
7

Si pudiera cuantificar los residuos que genera, ¿Qué porcentaje del filamento que compra, se desperdicia o termina en la basura?



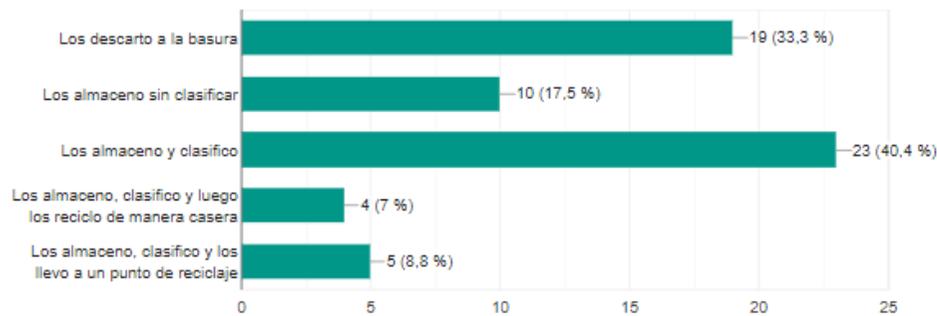
8

¿Te preocupa la cantidad de residuos que se generan en las impresiones?



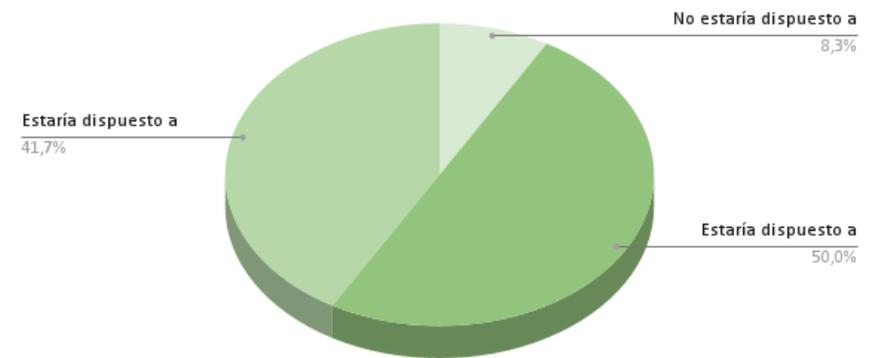
9

¿Cómo gestionas estos residuos?



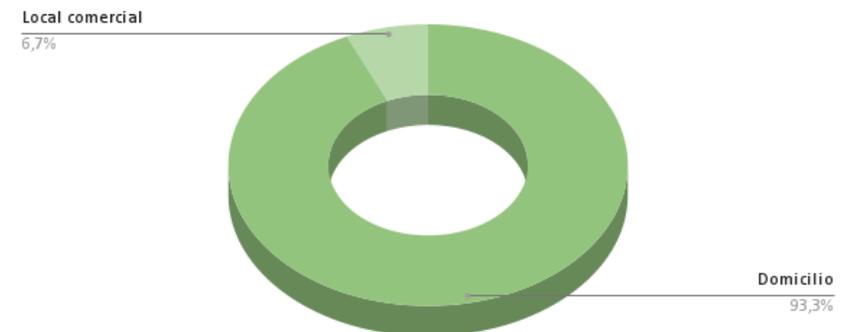
10

Si respondió que no clasifica o descarta los residuos en la respuesta anterior, ¿Qué tan dispuesto está a clasificar, si alguien se ocupara de reciclar estos residuos para generar nueva materia prima?



11

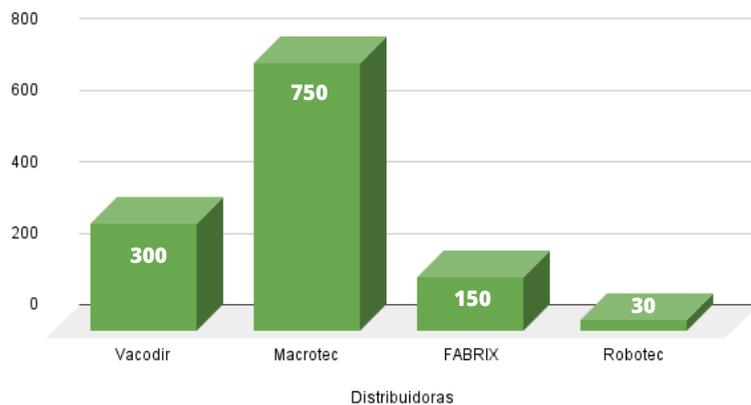
Recuento de Si utiliza su impresora con un fin monetario: la utiliza en su domicilio o en un local comercial?



## ENCUESTA PROVEEDORES DE FILAMENTO

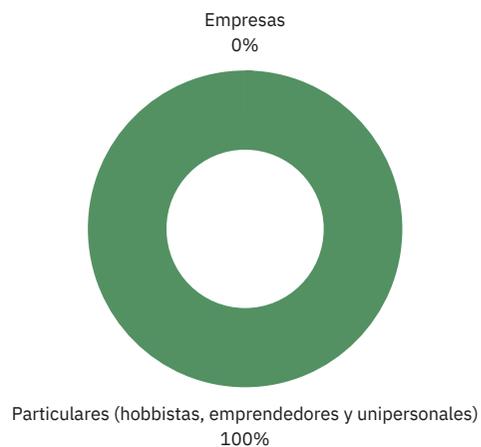
1

¿A cuantas personas le vende filamento mensualmente?



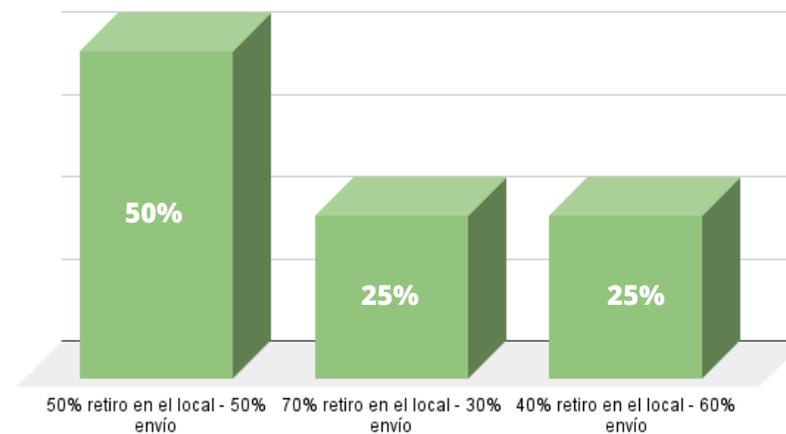
2

¿Qué tipo de clientes son más frecuentes?



3

Si pudiera cuantificar un porcentaje aproximado de los clientes que retiran en local y a los que se hace envío:



4

¿Cuál es el volumen de venta mensual de filamento? (respuesta libre )

- Menos de 50 kg
- Menos de 150kg
- Entre 150kg y 400kg
- Más de 400 kg

## 5.4.4 ANÁLISIS DE DATOS

### DISTRIBUCIÓN DE CLIENTES SEGÚN ENVÍO O RETIRO EN EL LOCAL

A partir de la encuesta a proveedores pudimos obtener la información necesaria para cuantificar la cantidad de clientes a los cuales se les realiza envíos, y aquellos que asisten al local para realizar sus compras.

Este es un dato de relevancia, ya que de esta manera sabremos el porcentaje de clientes seguros que al comprar sus filamentos, podrán llevar su material residual al local, y aquel segmento de la población usuaria que no lo hace.

Los resultados fueron que el 48% de los usuarios compra y retira en el local y que el 52% prefieren que sus compras sean enviadas.

	Proveedor	Cantidad de compras	Retiro en local (%)	Cantidad de compras (Retiro en local)	Envío (%)	Cantidad de compras (envío)
<b>Segmento de mercado de proveedores seleccionado</b>	Macrotec	750	50%	375	50%	375
	Fabrix	300	40%	120	60%	180
	Vacodir	150	50%	75	50%	75
	Robotec	30	70%	21	30%	9
	<b>Compras totales</b>	<b>1230</b>	<b>Total de compras en el local</b>	<b>591</b>	<b>Total de compras para envío</b>	<b>639</b>
			<b>Porcentaje compra en el local</b>	<b>48%</b>	<b>Porcentaje envío</b>	<b>52%</b>

## CENTROS DE ACOPIO - PROVEEDORES

Las siguientes tablas desarrollan datos sobre las cantidades de residuos diferenciados en base a clientes de tienda y clientes de envío, divididos a su vez en los cuatro proveedores del mercado líder. De esta manera, logramos subdividir las cantidades por proveedor, además de envío o tienda para luego establecer las correctas cantidades de residuos que serán manejados en la propuesta de gestión.

### DATOS GENERALES - CANTIDADES DE RESIDUOS

Residuos mensuales Mercado Total (kg)	Residuo Mensual Mercado Líder (kg)	Residuos totales de clientes de tienda (kg)	Residuos totales clientes de envío (kg)
876,42	717	344,2	372,9

### DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL RESIDUAL DE CLIENTES DE TIENDA Y DE ENVÍO

DISTRIBUCIÓN POR PROVEEDOR LÍDER				
Proveedor	Kilos Mensuales Encuestados	Residuos total kg	Residuos clientes en tienda (48%)	Residuos clientes envío (52%)
Vacodir	275	183,4	88,05	95,39
Macrotec	600	400,2	192,11	208,12
FABRIX	150	100,1	48,03	52,03
Robotec	50	33,4	16,01	17,34
<b>Total</b>	<b>1075</b>	<b>717,1</b>	<b>344,20</b>	<b>372,9</b>

## DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL RESIDUAL BOBINA Y FILAMENTO

A continuación, se detallan diferenciados las cantidades de residuos (filamento y bobina) por proveedor según los clientes de tienda y envío.

### DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL RESIDUAL DE CLIENTES DE TIENDA

Proveedor	Residuo filamento (39,07%) KG	Residuo bobina (60,93%) KG
Vacodir	34,40	53,65
Macrotec	75,06	117,05
FABRIX	18,76	29,26
Robotec	6,25	9,75
<b>TOTAL</b>	<b>134,48</b>	<b>209,72</b>

### DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL RESIDUAL DE CLIENTES DE ENVÍO

Proveedor	Residuo filamento (39,07%) KG	Residuo bobina (60,93%) KG
Vacodir	37,27	58,12
Macrotec	81,31	126,81
FABRIX	20,33	31,70
Robotec	6,78	10,57
<b>TOTAL</b>	<b>145,69</b>	<b>227,20</b>

## CANTIDADES FINALES DE BOBINAS DEL MERCADO PROVEEDOR LÍDER Y DE LAS INSTITUCIONES

### DATOS GENERALES DE LA BOBINA

Se analizan y detallan los datos generales de una bobina como ser peso y volúmen, de esta manera aplicando cálculos logramos conocer cuantas bobinas caben en un bolsón de 1 m3.

	Peso	Volumen m3	Cantidad de bobinas
<b>Bobina</b>	200gr	2.042x10	1
<b>Bolsón de bobinas</b>	98kg	1m3	490

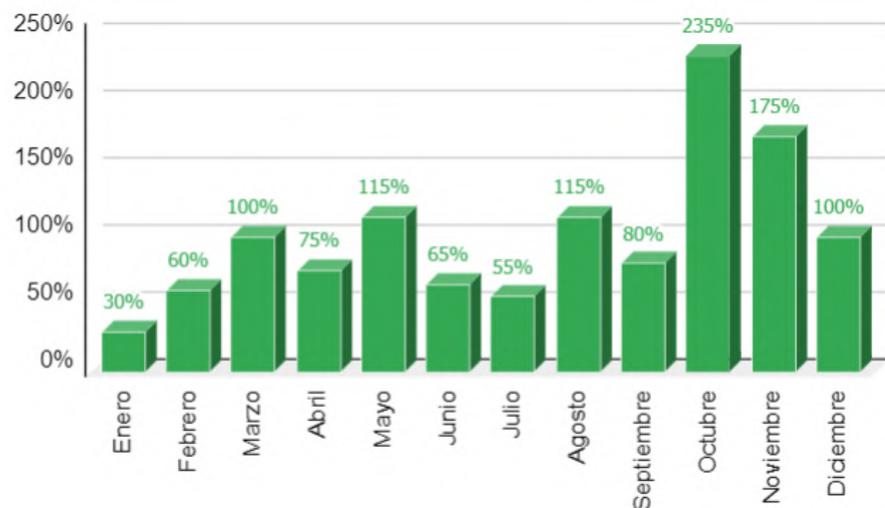
### CANTIDADES REGISTRADAS DE RESIDUO DE BOBINAS

En la presente tabla calculamos las cantidades de kg de bobinas mensuales que serían recolectadas por los locales proveedores y las instituciones educativas. Para posteriormente conocer las cantidades de bobinas que son n kilos recolectados, y adjuntarlos en bolsones de 1 m3.

MENSUALMENTE	Kg de bobinas	Cantidad de Bobinas	Cantidad de bolsones
<b>Bobinas de clientes de mercado proveedor (clientes seguros)</b>	318,43 Kg	1592	3
<b>Bobinas instituciones</b>	2,2kg	11	
<b>TOTAL</b>	320,63	1603	3

## ESTACIONALIDAD DE LOS RESIDUOS RECAUDADOS EN LOS LOCALES PROVEEDORES

Una vez realizada la estacionalidad para el total de los residuos de impresión 3D, podemos extrapolar los datos de porcentajes mensuales del mercado proveedor líder. De esta manera, obtendremos los volúmenes de residuos recolectados en cada mes, teniendo en cuenta las subas y bajas para una correcta organización mensual y anual de la recolección.



Meses	Estacionalidad	Total Residuos Generados (Kilos)
Enero	30%	103,26
Febrero	60%	206,52
Marzo	100%	344,20
Abril	75%	258,15
Mayo	115%	395,83
Junio	65%	223,73
Julio	55%	189,31
Agosto	115%	395,83
Septiembre	80%	275,36
Octubre	235%	808,87
Noviembre	175%	602,35
Diciembre	100%	344,20
	<b>Total</b>	<b>4147,63</b>

## 5.4.5 TABLA DE REQUISITOS

Primeramente, para comenzar a realizar la propuesta de gestión, consideramos importante proponer un listado de requisitos sobre los distintos puntos a tener en cuenta y por que deben estar contemplados.

A continuación se detallarán cada un de ellos en la presente tabla:

REQUISITOS	I	D	O	JUSTIFICACIÓN
Que sea operativamente correcto para todas las partes involucradas				Para que todos los actores involucrados y las actividades estén adaptados los unos a los otros, generando un sistema claro y conciso que involucre todos los puntos necesarios para la correcta gestión de los residuos.
Que se ajuste a la rutina del usuario				Para simplificar en mayor medida la rutina del usuario, no obligando a modificar su rutina habitual o frecuente para realizar la actividad.
Que ofrezca beneficios a los usuarios por realizar la gestión adecuada				Para incentivar que el usuario continúe realizando la actividad, premiándolo por el trabajo realizado previo en su hogar de recolectar y almacenar sus residuos plásticos y posteriormente acercarlos al centro de acopio
Que los beneficios incentiven al usuario a llevar sus residuos				Para lograr incrementar el número de usuarios que están dispuestos a almacenar y alcanzar sus residuos en el centro de acopio
Que tenga un instructivo/manual de procedimiento claro y entendible para el usuario				Para educar al usuario sobre qué material debe recolectar y depositar. Para facilitarle información sobre cómo lo debe hacer y en qué lugares se debe hacer.
Que sea socialmente aceptable				Para que cada vez más se encuentren usuarios de impresión 3D interesados y preocupados por la temática y se involucren pudiendo aportar desde su lugar.
Que sea ambientalmente adecuado				Para disminuir la cantidad de residuos generados, mejorando las prácticas de impresión 3D en la comunidad.
Que los contenedores tengan indicaciones claras				Mediante el uso de funciones indicativas diseñadas y colocadas correctamente, se informará al usuario y proveedor sobre dónde y cómo colocar cada residuo. De donde se debe sujetar una vez completo y cómo manipularlo. También, para evitar errores en la manipulación de estos residuos (mezclarlos, colocar residuos que no van, etc)
Que incentive a los usuarios que no son compradores del segmento de mercado no líder				Para atraer clientes potenciales que estén interesados por el cuidado medioambiental que no sean compradores frecuentes del segmento de mercado seleccionado.
Que los contenedores se adapten a las cantidades que se recibirán				Para evitar ocupación de otros espacios para residuos que no tengan lugar en contenedores llenos.
Que los contenedores se dispongan de manera visible en los locales				Para llamar la atención de aquellos clientes que van a comprar al local, a modo informativo sobre el funcionamiento de la gestión de los residuos.
Que los contenedores se adapten al entorno comercial del local proveedor				Para evitar la obstaculización de los clientes y empleados del local.
Que los beneficios/descuentos/ofertas beneficien también al proveedor				El beneficio como reconocimiento de empresa medioambientalmente responsable, además de un alto potencial de reconocimiento de su marca y mayor concurrencia al su local de venta
Que la logística de recolección sea efectiva/eficaz				La recolección debe estar organizada en períodos de tiempo acorde a la cantidad recolectada por cada local, para no generar viajes innecesarios a locales que no hayan acumulado las cantidades necesarias de residuos.

## 5.4.6 ANÁLISIS BENCHMARKING

**DEFINICIÓN DE BENCHMARKING:** Si bien no existe una definición universal de lo que sería el término benchmarking. Cada autor crea una definición acorde a sus percepciones, conocimientos e inquietudes.

Según KOTLER el benchmarking es "*Acto de comparar los productos y los procesos de la empresa con los de los competidores o de las compañías líderes en otras industrias, para descubrir formas de mejorar la calidad y el desempeño*" (2012,p 531)

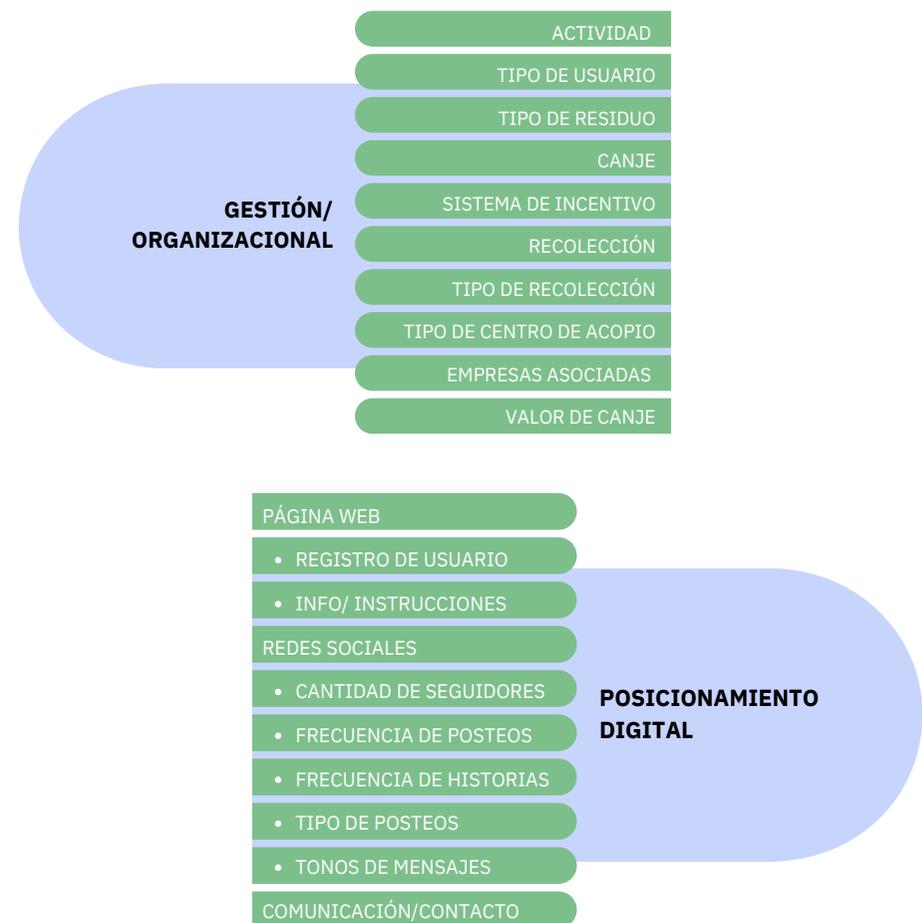
### OBJETIVO

- Comprender y evaluar la posición actual de empresas especializadas en la gestión de residuos en el país y en el exterior, con el fin de adoptar prácticas y estrategias efectivas. Analizar cómo las empresas motivan a sus clientes a clasificar, almacenar y transportar residuos a puntos de acopio/recolección.

### TIPO DE BENCHMARKING

- Genérico: se enfoca en analizar procesos de negocios que no están relacionados pero que pueden ser ejecutados de forma idéntica o similar sin importar el tipo de industria.

### VARIABLES A MEDIR:



## EMPRESAS COMPETIDORAS SELECCIONADAS - GESTORAS DE RESIDUOS

Consideramos que las empresas seleccionadas son referentes de estudio para nuestro proyecto, ya que forman parte del mismo rubro al que el proyecto se dirige. De esta manera, es importante analizar los tipos de actividades que realizan y cómo lo gestionan, además del público al que apuntan y desarrollan sus estrategias.

Abito, Taym y Plasticoïn son empresas uruguayas, mientras que Ecoïns es una empresa establecida en Costa Rica que actualmente se encuentra expandiéndose por varios países como Argentina, Panamá, Perú, Guatemala entre otros.

Ecoïns y Plasticoïn tienen un sistema muy similar de gestión de residuos, a través del cual los usuarios que recolectan plástico y lo llevan a puntos de recolección, obtienen a cambio diversos beneficios en empresas adheridas.

Por otro lado, Abito y Taym se dirigen principalmente a la gestión de residuos empresarial (con la excepción del plan "hogar" de Taym, que propone la recolección doméstica puerta a puerta).

Ofrecen servicios de instalación de Ecopuntos o Estaciones de Reciclaje, recolección, y redistribución de estos residuos a plantas de reciclaje o compostaje. Taym ofrece reconocimientos por la participación y el cumplimiento de los cometidos.



	Actividad	Tipo de usuarios	Tipo de residuo	Canje	Sistema de incentivo	Recolección	Tipo de recolección	Tipo de centro de acopio	Empresas asociadas para beneficios	Valor de Canje	Servicio de contenedores de residuos
<b>Plasticoin</b>	Agente concentrador de residuos	Particulares	Plásticos	SI	Descuentos, vales de compra, membresías, 2x1	SI	Centro de acopio	Puntos en el espacio público, locales comerciales/ gastronómicos, sanatorio	SI	Según cantidad y tipo de residuo recolectado	NO
<b>Ecoins</b>	Agente concentrador de residuos	Particulares	Residuos domésticos	SI	Descuentos	SI	Centro de acopio	Varía según tipo de residuo (tienda comerciales, supermercados, plazas)	SI	Según cantidad y tipo de residuo recolectado	NO
<b>Taym</b>	Agente concentrador de residuos, desinfección, limpieza integral, mantenimiento	Empresas	Residuos categoría II	NO	Reconocimiento de Responsabilidad Social Empresarial y Objetivos de Desarrollo Sostenible	SI	Ecopuntos en empresas	Empresas que contratan el servicio de gestión de residuos TAYM	NO	NO	SI
<b>Abito</b>	Asesoramiento, Capacitación, Instalación de estación de reciclaje, recolección y traslado a plantas.	Empresas y particulares	Reciclables, compostables y electrónicos	NO	NO	SI	Por zonas geográficas	Puerta a puerta Empresarial	NO	NO	SI

POSICIONAMIENTO DIGITAL	Plasticoin	Ecoins	Taym	Abito
<b>PÁGINA WEB</b>				
Registro del usuario	Al registrarse, el usuario recibe mail con las instrucciones de uso de la moneda y los medios para acceder a los beneficios de las empresas adheridas.	Al crear una cuenta en ecoins, el usuario cuenta con un perfil propio, mediante el cual canjea sus ecoins por cupones de descuento por productos.	NO	NO
Información sobre la empresa	SI	SI	SI	SI
Instrucciones de como canjear sus beneficios	SI	SI	NO	NO
<b>REDES SOCIALES</b>				
<b>Instagram - Facebook</b>	SI	SI	SI	SI
Cantidad de seguidores	14,5 mil	13,9 mil	855	9.295
Frecuencia de publicaciones	2 veces por semana	3 veces por semana	Cada 2 semanas	1 vez por semana
Frecuencia de historias	3 veces por semana	Todos los días	-	4 veces por semana
Tipo de publicaciones	Propias	Propias	Propias	Propias
Tonos de los mensajes	Informal y cercano	Informal	Formal	Semiformal
<b>Youtube</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instructivos (reciclaje de plásticos)</li> <li>Funcionamiento de plasticoin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Videos instructivos de reciclaje</li> <li>Funcionamiento de los ecoins</li> <li>Entrevistas</li> </ul>	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitaciones abito</li> <li>Entrevistas</li> <li>Videos instructivos sobre reciclaje</li> </ul>
<b>COMUNICACIÓN/CONTACTO</b>				
Mail	SI	SI	SI	SI
Teléfono	SI	SI	SI	SI

## 5.4.7 EMPRENDIMIENTOS

ONÍRICA

**Rubro** Joyería sostenible :  
Amamos diseñar accesorios con formas simples, colores vivos y jugar con distintos materiales.

### Redes

 @universoonirico.uy



**Rubro** Moda sustentable - Joyería eco-friendly: Convirtiendo desechos en deseos desde 2019

### Redes

 @chiaramo.uy  
 <https://www.tiktok.com/@chiaramo.uy>  
 <https://www.chiaramo.com/>



CHIARAMO

TACHO

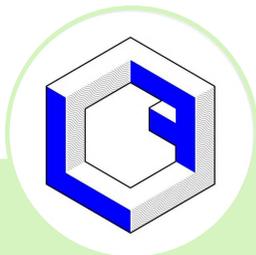
**Rubro** Estudio/taller: reciclar e impulsar una cultura de consumo responsable  
Somos un emprendimiento con enfoque socio ambiental que busca impulsar una cultura de consumo responsable. Diseñamos y elaboramos productos reutilizando materiales descartados de la industria.

 Casavalle, Montevideo

### Redes

 @tacho\_uy  
 <https://open.spotify.com/episode/4jKEQ7vQMMcd8Qo4viQYZv?si=9UWGWpI-QUSHfgs8qf1jKg&nd=1>





**Rubro** La Fábrica es un espacio para hacedores, que surge con el objetivo de compartir recursos y conocimiento y estimular la creación y la creatividad a través de dos pilares fundamentales: herramientas y comunidad. Nuestra visión es promover un espacio donde se generen ideas, productos y prototipos de forma colaborativa. Ofrecemos membresías y talleres que permiten acceder a herramientas, tecnologías tradicionales y nuevas, y la guía para emprender, crear, innovar y desarrollar nuevas habilidades.

 Av. Agraciada 2332, Montevideo

#### Redes

 @lafabrica\_makerspace

 info@lafabrica.uy

 <http://www.lafabrica.uy/>

 <https://twitter.com/LaFabricaUY>

 <https://www.facebook.com/lafabricams>



**Rubro** Reciclaje de filamento ABS para impresión 3D- Soluciones flexibles de producción

#### Redes

 @kenistech

 <https://fkenistech.wixsite.com/kenistech>

#### Contacto

 +598 099794042

 fernandokenis@kenistech.com



## FILAMENTO KENISTECH

Fernando Kenis es el fundador de Kenistech, una empresa fundada en el 2019 en Uruguay como un emprendimiento personal. Kenis, logró fabricar una extrusora de filamento casera, fabricada a partir de piezas de distintas máquinas en desuso. La cual como resultado obtuvo el primer filamento reciclado para impresión 3D en Uruguay. El proyecto fue apoyado por la ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación), ANDE (Agencia Nacional de Desarrollo), EMPRETEC, y CTPLAS (Centro Tecnológico del Plástico).

El filamento es de calidad industrial y se fabrica a partir de plástico ABS residual de laptops y tablets del Plan Ceibal. Permite imprimir piezas resistentes y duraderas.

Además de ABS, Kenistech también incorporó al catálogo de productos otros filamentos fabricados con porcentajes de plástico reciclado como por ejemplo PET, Policarbonato y plástico.



*“El material más sostenible es el que ya existe. Evitar generar nuevos materiales es la mejor forma de detener la intoxicación que sufre el planeta por nuestra basura.”*

KENISTECH.

## 5.4.8 APP ANÁLISIS DE EXPERIENCIA DE USUARIO

A modo de analizar la herramienta web y app, en base a su funcionamiento, interacciones con el usuario y experiencias que presenta el mismo al utilizarla, decidimos evaluarla en base a las 10 heurísticas de Nielsen.

Definición 10 heurísticas de Nielsen: “son buenas prácticas que se pueden aplicar al diseño de interfaces para evaluar su usabilidad.” (TEACUP LAB, 2022).

### 10 HEURÍSTICAS DE NIELSEN

PRINCIPIO	HEURÍSTICA	EVALUACIÓN	NOTA
1	Visibilidad del estado del sistema	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avisa si no encuentra tu localización</li> <li>Si hubo algún campo no relleno o con información errónea, el formulario muestra el campo que está incorrecto y solicita al usuario que lo cambie.</li> <li>Existe una pantalla para que el usuario sepa cuando se están cargando datos</li> <li>Mensaje de confirmación cuando el usuario envía datos correctos al servidor</li> </ul>
2	Coincidencia entre el sistema y el mundo real	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mensajes de error y avisos claros y con codificación de color (rojo)</li> </ul>
3	Control y libertad del usuario	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite al usuario retractarse de acciones que haya realizado como por ejemplo: modificar los datos de su perfil</li> </ul>
4	Consistencia y estándares	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizan iconos estándar para simplificar la interacción del usuario</li> </ul>
5	Prevención de errores	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sugerencia de opciones al buscar materiales o direcciones</li> <li>Listas desplegables con opciones limitadas para evitar el error del usuario</li> </ul>
6	Mostrar en lugar de recordar	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hace visible las acciones y opciones para que el usuario no tenga que recordar información entre distintas secciones o partes del sitio web o aplicación - ej: menu texto e icono para reforzar el mensaje.</li> </ul>
7	Flexibilidad y eficiencia en el uso	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existen atajos para usuarios que tengan más conocimiento de la app- ej: cambiar el país donde se encuentra el usuario o ir al mapa principal</li> </ul>
8	Diseño estético y minimalista	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>No muestra información innecesaria - muestra la pantalla principal del mapa con los puntos de reciclaje y un buscador para filtrar los puntos donde reciclar, según el material o ubicación.</li> </ul>
9	Ayudar a reconocer, diagnósticos y recuperarse de errores	✗	<ul style="list-style-type: none"> <li>En algunos casos solo indica que hay error en un formulario cuando hay campos vacíos pero no cuando hay datos inválidos.</li> </ul>
10	Ayuda y documentación	✗	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay un sector para responder dudas frecuentes de los usuarios por lo que podrán haber más llamadas al servicio técnico o de atención al cliente.</li> </ul>

## 5.4.9 CONTENEDORES

### DESCRIPCIÓN

Contenedores para el acopio de residuos generados a partir de la impresión 3D en locales proveedores de plaza. Dos diferentes tamaños, adaptados a la capacidad de espacio y requerimientos de cada local.

### CARACTERÍSTICAS

4 compartimentos por contenedor, con tamaños acordes a las cantidades registradas. Espacio para bobinas vacías, residuo PLA, ABS y mezclados. Materiales reciclados y reciclables.

### ATRIBUTOS

- Tapas divididas por compartimento
- Espacio para deposición organizada de bobinas.
- Plataforma removible para retirado de bobinas.

### MATERIALES

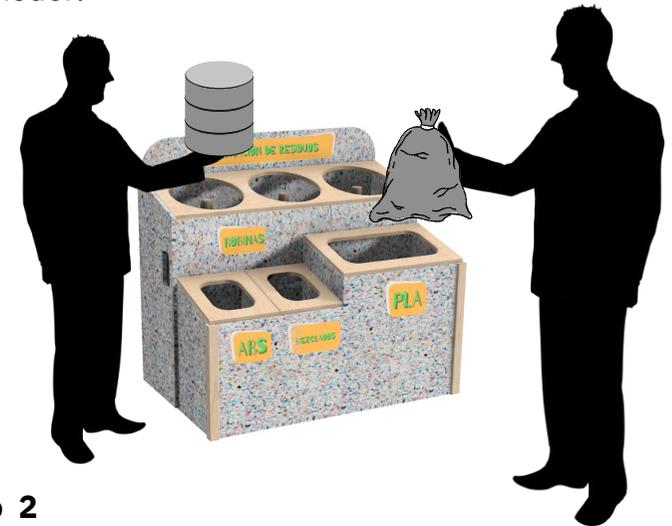
- Placas recicladas de Uruplac (2440x1220x12mm)
- Fenolico CDX (2440x1220x12mm). 1 cara buena, 1 mala.

### INSUMOS

- Esquinero o guardavivos de madera de pino
- Barrotes de madera de finger pino
- Bisagras libro
- Tornillos punta aguja T3

### Situación de uso 1

Deposición de residuos dentro del contenedor.



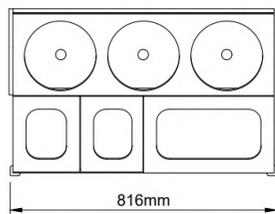
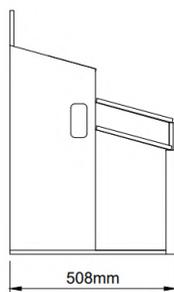
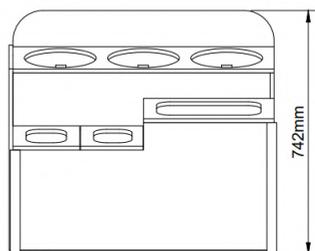
### Situación de uso 2

Vaciado de contenedor. Se abre la puerta y se desliza la plataforma hacia afuera para retirar las bobinas de los barrotes.

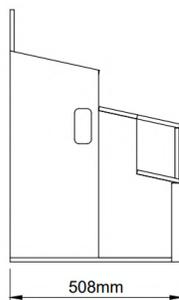
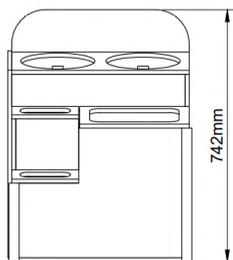


## MEDIDAS GENERALES

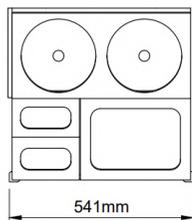
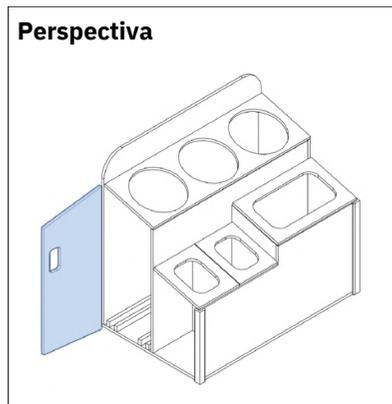
### Contenedor 1



### Contenedor 2



### Perspectiva



## RENDERS

### Contenedor 1



### Contenedor 2



## MATERIALES E INSUMOS



### Funciones indicativas:

Etiquetado de compartimentos con el mismo estilo visual y tipografía que la campaña, con el fin de reconocer los contenedores y la debida clasificación de los residuos.

Aclaración: El estilo visual y gráfico representado es meramente un ejemplo y no el estilo final de la campaña y etiquetado.



### Material seleccionado:

El material principal seleccionado son las placas recicladas de Uruplac. La composición del mismo nunca es exacta, pero reúne los siguientes materiales:

- Tetrapak
- Nylon
- Polímeros de alta y baja densidad
- Otros

Se fabrica utilizando un molino donde se tritura, y luego se pasa a una prensa hidráulica donde se une con calor y presión.

### Ventajas:

- Se puede utilizar tanto en el interior como en el exterior
- El material se puede volver a triturar y transformar en una nueva placa

## RELEVAMIENTO DE CONTENEDORES ACTUALES FABRICADOS CON PLACAS RECICLADAS



## 5.4.10 ESTRATEGIA ANTECEDENTE SISTEMA DE INCENTIVO

### **NTH - GRILON3 - ARGENTINA**

Grilon3, es la marca de filamentos de la empresa NTH Grilon, fabricante y distribuidora de diversos tipos de productos plásticos de Argentina. La empresa vende y distribuye filamento a empresas mayoristas de impresión 3D. A su vez importa filamentos a empresas proveedoras de impresión 3d a Uruguay, como por ejemplo Macrotec.

A modo de mitigar los daños medioambientales causados por el desecho generado a partir de los carretes vacíos, diseñó y creó un sistema de Ecopuntos a través del método de canje. Los carretes son de ABS y HIPS (Polipropileno de Alto Impacto). Grilon plantea el siguiente concepto como foco de su propuesta: El desecho más clásico del filamento de la impresión 3D es el carrete, se agota el insumo y pasa a ser desecho. Un carrete vendido es seguridad de que 200 gr serán desechados la basura luego de que se termine el filamento.

Este sistema consiste en habilitar puntos de acopio de bobinas vacías, en los locales proveedores (minoristas y mayoristas) de filamento marca Grilon 3. Para hacer más eficiente la recolección, estos puntos están ubicados en la zona de distribución de Grilon (área metropolitana de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires).

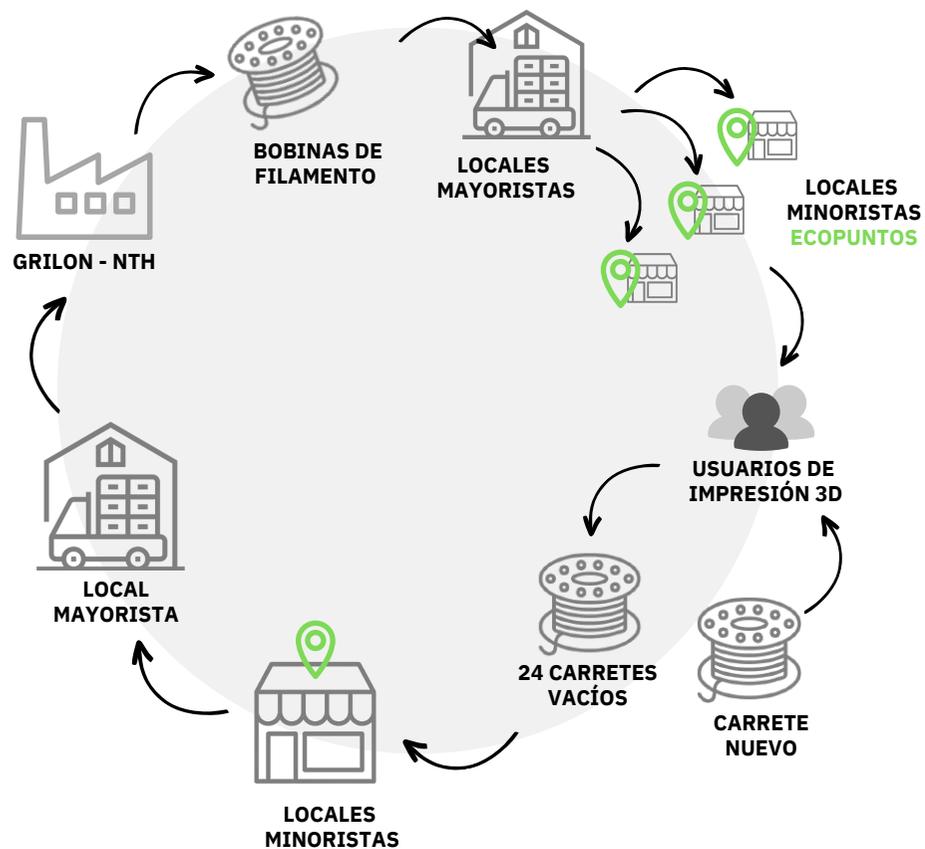
La empresa ofrece a los clientes la posibilidad de canjear 24 carretes vacíos por un carrete de filamento PLA nuevo marca Grilon3.

El mayorista recolecta los carretes vacíos (aproximadamente 2000 a 3000 mensualmente) de los locales minoristas y los almacena hasta el momento de reponer stock, finalizando el proceso en el traslado de los carretes de vuelta a su fábrica de origen. Toda la red del mercado, comprometida con el acopio, recolección y traslado, es lo que hace el sistema eficiente. A través de este sistema, el material recolectado es devuelto a la fábrica y revalorizado, para la fabricación y venta de un material nuevo: el pellet de plástico, un insumo para maquinarias de pellet de escala industrial.

Fernando Puritas menciona, que es destacable y sorprendente la gran receptividad y disposición por parte de los usuarios de impresión 3D, con respecto a las acciones tomadas sobre el almacenamiento y entrega del material residual, puesto que comprenden y se responsabilizan por los residuos plásticos que generan, siendo estos un contaminante que continúa en aumento.

Información recabada a partir de la entrevista - Fernando Puritas gerente de productos NTH

## ESQUEMA PROCESO DE LOS ECOPUNTOS GRILON



Información recabada a partir de la entrevista - Fernando Puritas gerente de productos NTH  
Esquema de elaboración propia

**ECOPUNTO.**

No tires a la basura tus carretes vacíos!  
Ahora podés dejarlos en nuestro local de Palermo.

Cada **24 carretes** que dejes en nuestro **EcoPunto** te damos **1kg de filamento PLA Grilon3**.

**3D PARTS**

**3D PARTS**

En **EcoPunto** recibiremos carretes Fibonacci de Grilon3 y los nuevos carretes de 1kg de 3N3

Consultanos por otros tipos de carrete de 1kg.

**ECOPUNTO.**

Imágenes extraídas de 3D Parts Argentina