



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño



Módulos de plástico reciclado

María José De la Maza Maclean

**Profesora Guía:** Patricia De los Ríos Escobar



**Autora:** María José De la Maza Maclean

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la  
Pontificia Universidad Católica de Chile para optar  
al título profesional de Diseñadora

**Profesora Guía:** Patricia De los Ríos Escobar

Julio, 2022  
Santiago de Chile

Gracias a todas las personas que formaron parte de este proyecto, directa e indirectamente. A mis papás por apoyarme durante todo este proceso y toda la carrera, a mi hermana por acompañarme y guiarme siempre, a mi profesora guía Pati por orientarme y estar presente durante todo el desarrollo de este proyecto y por último mis amigas y amigos, compañeros quienes me enseñaron, acompañaron y aportaron para que este proyecto tomara forma y se hiciera realidad.

---

## Tabla de contenidos

Agradecimientos .....	3
Propósito Personal .....	6
<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Levantamiento de información .....</b>	<b>15</b>
1.1 Marco Teórico .....	16
Residuos plásticos a nivel global .....	17
Residuos plásticos en Chile .....	19
Percepción del plástico .....	20
Caso de estudio: Puerto Williams .....	23
Reciclaje y Acción .....	33
Plásticos .....	35
1.2 Contexto de implementación .....	44
Territorio y población .....	45
Factores influyentes .....	46
Preocupación y oportunidad .....	47
Observación .....	50
1.3 Definición de Usuario .....	52
Arquetipos de Usuario .....	54
1.4 Estado del arte .....	63
1.5 Antecedentes y referentes .....	67

---

## Tabla de contenidos

<b>2. Proyecto</b>	<b>73</b>
2.1 Formulación del proyecto	74
Formulación	75
Objetivos	76
2.2 Proceso de diseño	77
Metodología del proyecto	78
Desarrollo del proyecto	81
Desarrollo de identidad gráfica	110
2.3 Propuesta final	112
Patrón de valor del proyecto	119
Aspectos éticos del proyecto	120
<b>3. Implementación del proyecto</b>	<b>121</b>
3.1 Modelo de negocios canvas	122
Estructura de Costos	124
3.2 Fuentes de financiamiento	125
3.3 Análisis FODA del proyecto	129
<b>4. Cierre</b>	<b>131</b>
4.1 Proyecciones	132
4.2 Conclusiones	134
4.3 Reflexión	139
Bibliografía	143
Anexos	145



**Propósito  
Personal**

Este proyecto nace a partir de un interés personal en la región de Magallanes ya que mi familia es originalmente de allá. Los primeros recuerdos de mi infancia se crearon en Puerto Williams respirando el aire puro proveniente del sur austral, caminando por bosques nativos intactos de contaminación llenos de vida y disfrutando de las maravillas de vivir recíprocamente con la naturaleza.

Cada año tengo la oportunidad de volver a visitar la zona austral de Magallanes lo que ha generado una motivación y un gran interés por trabajar para el servicio de sus comunidades. Por otro lado soy testigo del cambio radical que han tenido con el paso de los años algunas comunas como Puerto Natales debido a la llegada de turistas y con ellos empresas de todo tipo. Esto genera constantemente una preocupación personal en torno a la sostenibilidad de estos lugares en cuanto al debido cuidado y preservación de la naturaleza.

Ahora el foco de desarrollo turístico está en Puerto Williams, la ciudad que me acogió durante mis primeros años de vida por lo que la sensación de querer aportar y retribuir a esta zona es sustancial. Es desde esta misma preocupación que surge el propósito de tomar una acción ecológica concreta al respecto, aplicando los conocimientos adquiridos durante los cinco años de carrera de diseño integral en la UC y utilizar la oportunidad del proyecto de título como medio para cumplir este objetivo.



Figura 1. Registro de mi infancia en Puerto Williams , elaboración propia



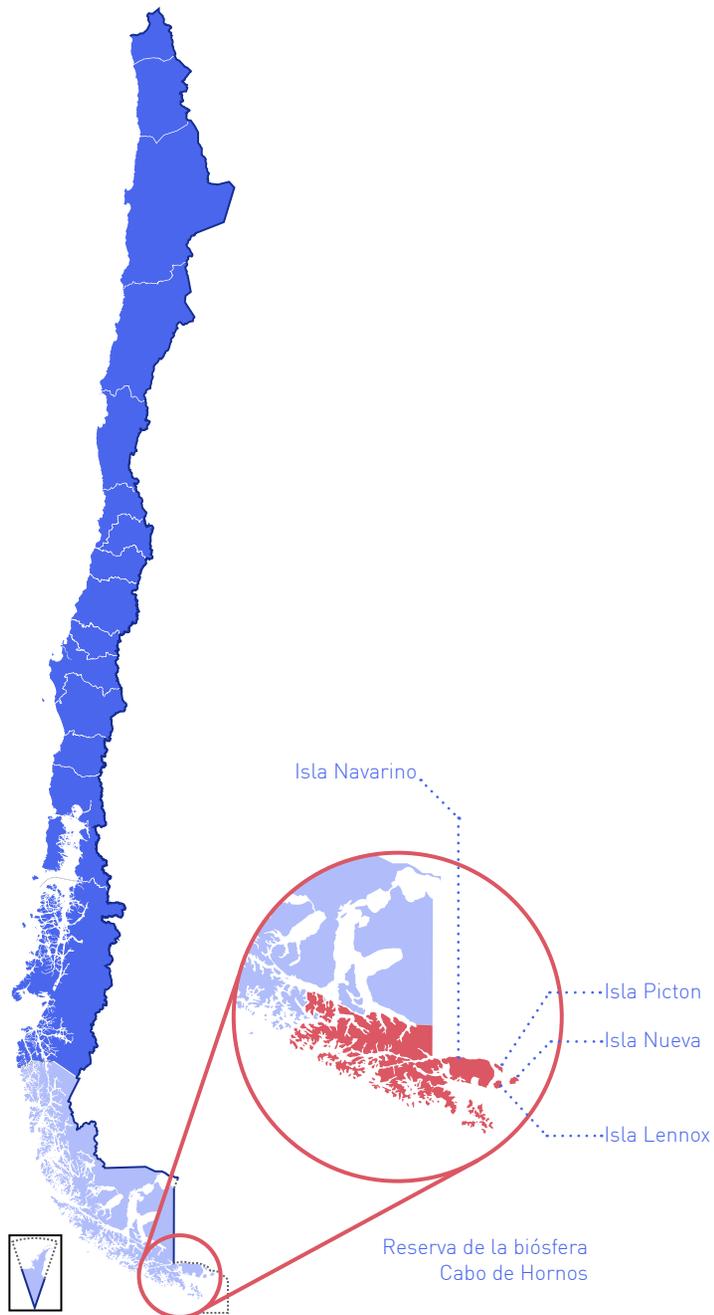


Figura 2. Mapa de Chile , elaboración propia

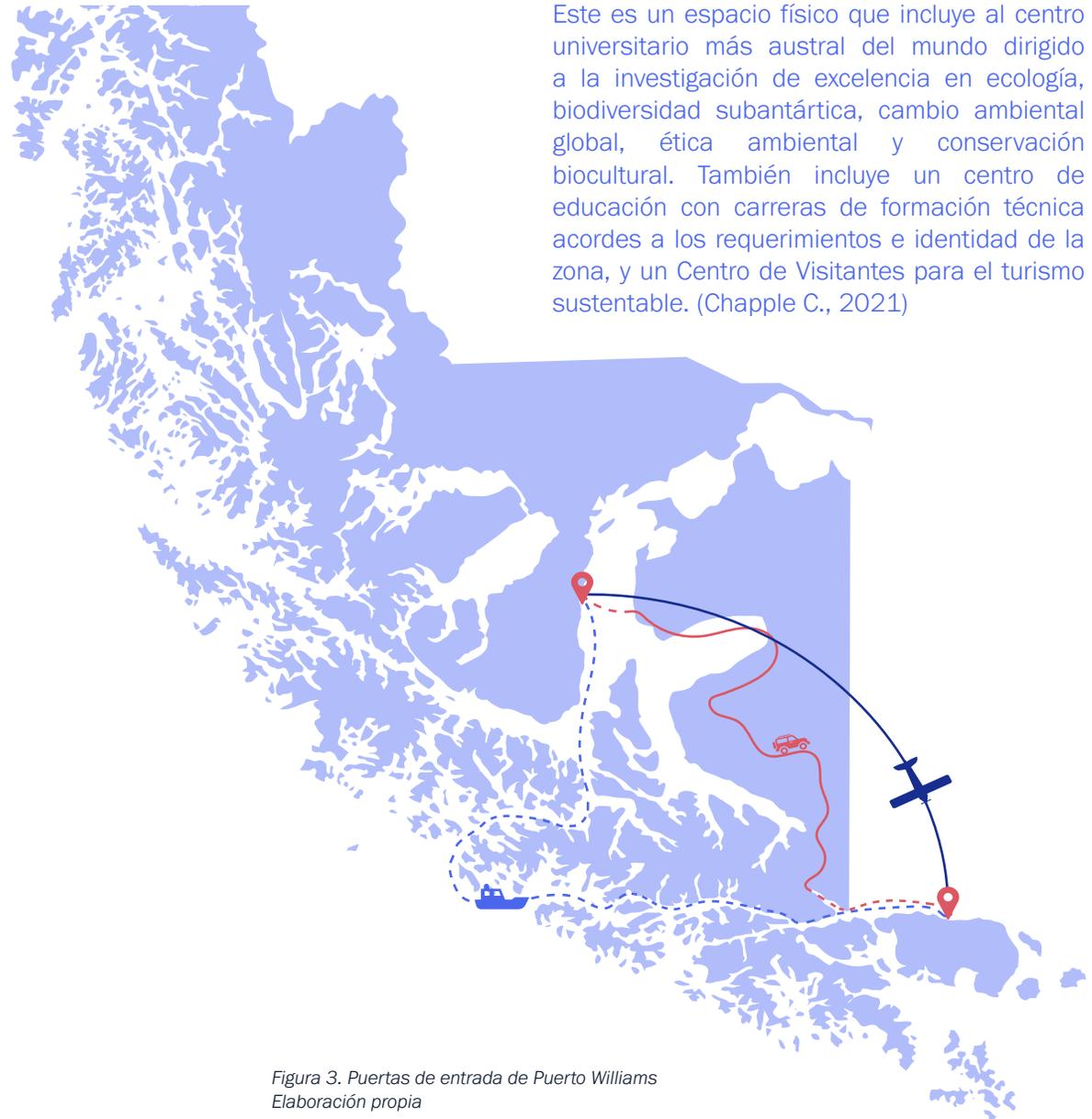
Puerto Williams pertenece a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, es la capital de la comuna de Cabo de Hornos y la cabecera de la provincia Antártica Chilena. Cuenta con aproximadamente 3.000 habitantes de diferentes grupos sociales como; integrantes de la Armada de Chile y otras instituciones, funcionarios públicos, empresas privadas, familias pertenecientes al pueblo indígena Yaghan, entre otros. Este territorio tiene un gran valor natural, la UNESCO reconoció a la Isla Navarino como parte de la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos (RBCH), la cual tiene la distinción de ser la reserva de la biosfera más grande en el Cono Sur, la única marítimo-terrestre en Chile; y la primera en Chile de incluir explícitamente a las poblaciones humanas (UMAG, 2017).

Que Puerto Williams sea Reserva de la Biósfera significa que es una zona especialmente designada con el objetivo de apoyar a la ciencia al servicio de la sostenibilidad y así mejorar la relación entre seres humanos y medio ambiente. Esto fortalece y potencia la actividad turística y científica existente en la zona, al mismo tiempo que permite resguardar esta zona como una de las principales fuentes de agua dulce a nivel mundial. (CONAF, 2015)

La isla Navarino posee un gran atractivo turístico por su condición remota, austral e inexplorada. Es por eso que existen diferentes proyectos de apertura de la ciudad, dentro de estos proyectos están la extensión de la ruta Y-85 que unirá Porvenir con Bahía Yendegaia sobre el canal Beagle, dará conectividad terrestre a la Isla Tierra del Fuego y convertirá a Puerto Williams en un poderoso polo de atracción de inversiones turísticas (El Pingüino, 2021).

La Dirección de Aeropuertos del Ministerio de Obras Públicas (MOP), concluyó con éxito el proceso de licitación pública del proyecto de ampliación del terminal del Aeródromo Guardiamarina Zañartu de Puerto Williams (Prensa antártica, 2021). Por otra parte, las autoridades regionales dieron inicio a uno de los proyectos de inversión más emblemáticos de la Región de Magallanes, la construcción del muelle multipropósito de la misma ciudad (El Pingüino, 2021). Por último, diversas empresas de cruceros que atracan en Ushuaia como Silversea comenzaron a atracar en Punta Arenas y Puerto Williams desde noviembre del 2021. (Oyarzo, 2021)

El 7 de abril de este año, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) culminó la construcción del Centro Subantártico Cabo de Hornos, proyecto que forma parte del plan de zonas extremas. (“Mop concluye construcción de Centro Subantártico Cabo de Hornos”, 2022) Esto incluye la ejecución de obras civiles para la construcción del gran centro de investigación, estudio y turismo sustentable. (PLAN ESPECIAL DESARROLLO ZONAS EXTREMAS MAGALLANES, 2014)



Este es un espacio físico que incluye al centro universitario más austral del mundo dirigido a la investigación de excelencia en ecología, biodiversidad subantártica, cambio ambiental global, ética ambiental y conservación biocultural. También incluye un centro de educación con carreras de formación técnica acordes a los requerimientos e identidad de la zona, y un Centro de Visitantes para el turismo sustentable. (Chapple C., 2021)

Figura 3. Puertas de entrada de Puerto Williams  
Elaboración propia

Puerto Williams la ciudad más austral de Chile se está posicionando como puerta de entrada a la Antártica, lo que genera gran interés en diversas organizaciones, instituciones y empresas. Debido a su condición insular al fin de la cadena productiva, esta ciudad ha tenido y tiene serios problemas en la gestión de residuos terminando en el vertedero municipal, microbasurales, humedales o en los alrededores de la localidad. (Desafío Puerto Williams Basura Cero, 2021)

Uno de los ejemplos de este problema medioambiental es que los plásticos que entran todas las semanas en el abastecimiento regular de la ciudad, no vuelven a salir y quedarán por años e incluso siglos acumulados en esta isla. Según José Castro, encargado y asesor del Medio Ambiente de la municipalidad de Cabo de Hornos, la única salida de plástico que existe por el momento es a baja escala con el fin de que se reciclen en los centros de acopio en Punta Arenas. Este proceso tiene un costo elevado en términos medioambientales y de recursos municipales.



Figura 4. Construcción Muelle multipropósito Puerto Williams  
Elaboración propia

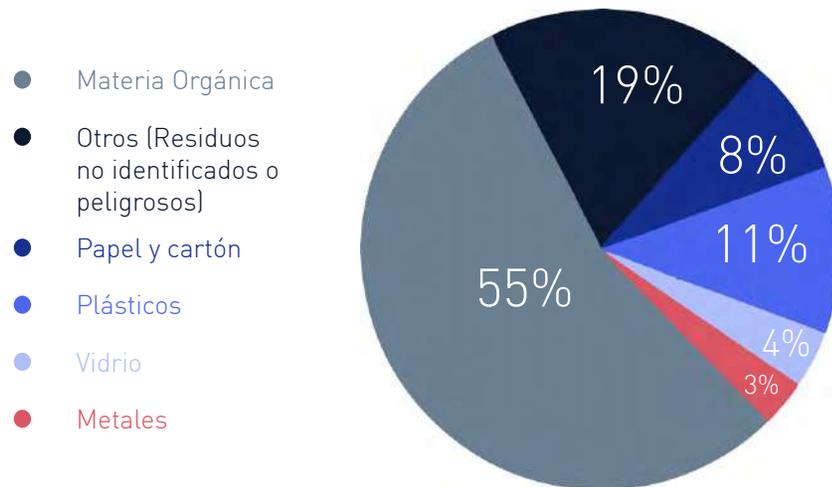


Figura 5. Gráfico promedio residuos sólidos municipales en Chile  
Elaboración propia

Parte importante de los residuos sólidos municipales son materia orgánica, papel, cartón y plástico siendo el último el más contaminante de estos tres. (Hoffmann, 2016) El ingreso de plástico a la isla no es controlado, este material tiene varias puertas de entrada (ferry, DAP, turistas), y actualmente no existe una salida sin embargo hay una gran preocupación por la contaminación presente y futura de la zona por parte la Municipalidad y la misma comunidad.

Por el momento no existe una métrica exacta de la cantidad de plástico que hay y que ingresa a la ciudad y sus alrededores lo cuál hace difícil su control y manejo responsable. Javier Rendoll, Investigador y estudiante de doctorado en el programa de observación de la Universidad de Magallanes, comenta en una de las entrevistas **“Este material se utiliza una vez y descarta dentro de la reserva de la biosfera chilena como si fuera desechable o se biodegradara fácilmente”**

Desde el nivel central (RM), proyectos de desarrollo de diferentes ámbitos, han tratado abordar esta problemática en la comunidad sin éxito por no comprender correctamente las necesidades locales y por no incorporar la participación ciudadana activa en los procesos, lo que genera una desconfianza y baja participación en la gente adulta y en la comunidad en general.

Nuevas iniciativas en torno al plástico están surgiendo desde la inquietud colectiva sobre este desarrollo turístico y el impacto que tendrá, entre ellas está la adquisición de una trituradora de plástico de la Municipalidad de Cabo de Hornos la cuál se encuentra en el centro de reciclaje del vertedero, el cuál queda a 1,8 kms del centro de la ciudad. Esta trituradora no ha iniciado actividad desde que llegó en octubre del año pasado debido a que le falta una conexión eléctrica trifásica la cual solo puede ser instalada por un eléctrico certificado, siendo que en Puerto Williams hay solo uno, quien está trabajando en esa labor desde el comienzo de abril. Esta máquina tiene como objetivo triturar plástico para que luego sea enfardado y así pueda por primera vez salir de la isla por vía marítima para su reutilización en el centro de acopio de Punta Arenas.



Figura 6. Nueva trituradora y compresora de Puerto Williams  
Elaboración propia

Otra iniciativa más local es Plastikotik, un proyecto liderado por Igor Bely y Adriana Henriquez el cual surgió a partir de la motivación por aportar al cuidado del medio ambiente. Este consiste en poner a disposición de la comunidad una máquina extrusora para el procesamiento de plástico triturado, para poder darle un segundo uso al plástico que llega a la Isla Navarino. Plastikotik está recién emprendiendo vuelo desde Abril de este mismo año, iniciaron sus actividades con la recolección de basura en las playas de la isla Lennox la cuál se encuentra a 60 km al sureste de isla Navarino. Con once voluntarios y tres días de recolección lograron volver a la ciudad con más de dos toneladas de basura que en su mayoría se trataba de restos de pesca y plásticos sueltos.



Figura 7. Mapa de islas australes  
Elaboración propia



Figura 8. Velero Kotik cargado de basura  
Salted Stills

Tomando en consideración la situación actual de progreso en la que se encuentra la ciudad de Puerto Williams existe la oportunidad de **utilizar el desecho plástico que quedará en la zona por años como materia prima para la creación y diseño de diferentes objetos e infraestructura** que se necesiten dentro de la comunidad.

Teniendo presente la presencia de nuevos proyectos de reciclaje, los cuales están en potencia de acercar la reutilización de plásticos a la comunidad de manera que el desarrollo de la gestión de residuos de la ciudad pueda pivotar hacia un camino más sostenible en el tiempo. Es así como se puede **contribuir a la protección de la naturaleza en la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos la cuál incluye a la ciudad más austral de Chile, Puerto Williams.**

1

LEVANTAMIENTO  
DE  
INFORMACIÓN

An aerial photograph of a large, deep blue lake. In the foreground, a small town with colorful buildings is situated on a peninsula. The background features a range of dark, forested mountains with patches of snow on their peaks. The sky is overcast with soft, grey clouds.

1.1

# Marco Teórico

## Residuos plásticos a nivel global

En los últimos años, ante la crisis climática, se ha reflexionado bastante sobre la acumulación desmedida de residuos, los cuales tienen impactos sociales, económicos y ambientales. Nuestros desechos dañan nuestra integridad, salud y calidad de vida del ecosistema que nos contiene. Necesitamos un cambio de conciencia con respecto a lo que creemos como desechable y basura. En nuestra rutina generamos muchos residuos, los cuales olvidamos para seguir con nuestras actividades diarias. Ante el aumento de la generación de residuos en las regiones en desarrollo, la reutilización de los materiales es crucial, afirman los expertos de la Organización Internacional de Ciencias Químicas para el Desarrollo (IOCD).

En el Día de la Tierra (22 de abril de 2019), resulta aleccionador recordar que el Banco Mundial ha calculado que la generación mundial de residuos sólidos supera actualmente los 2.000 millones de toneladas al año y que aumentará un 70% para 2050. Sólo los plásticos representan alrededor del 12% del total actual de los residuos sólidos urbanos. Por lo general, se considera residuo cualquier material desechado por ser un subproducto o un producto que ya no tiene utilidad. Se asocia a la falta de valor, tal y como se recoge en términos alternativos como basura, chatarra, desechos y desperdicios. (Hopf, Krief, Mehta & A. Matlin, 2021)

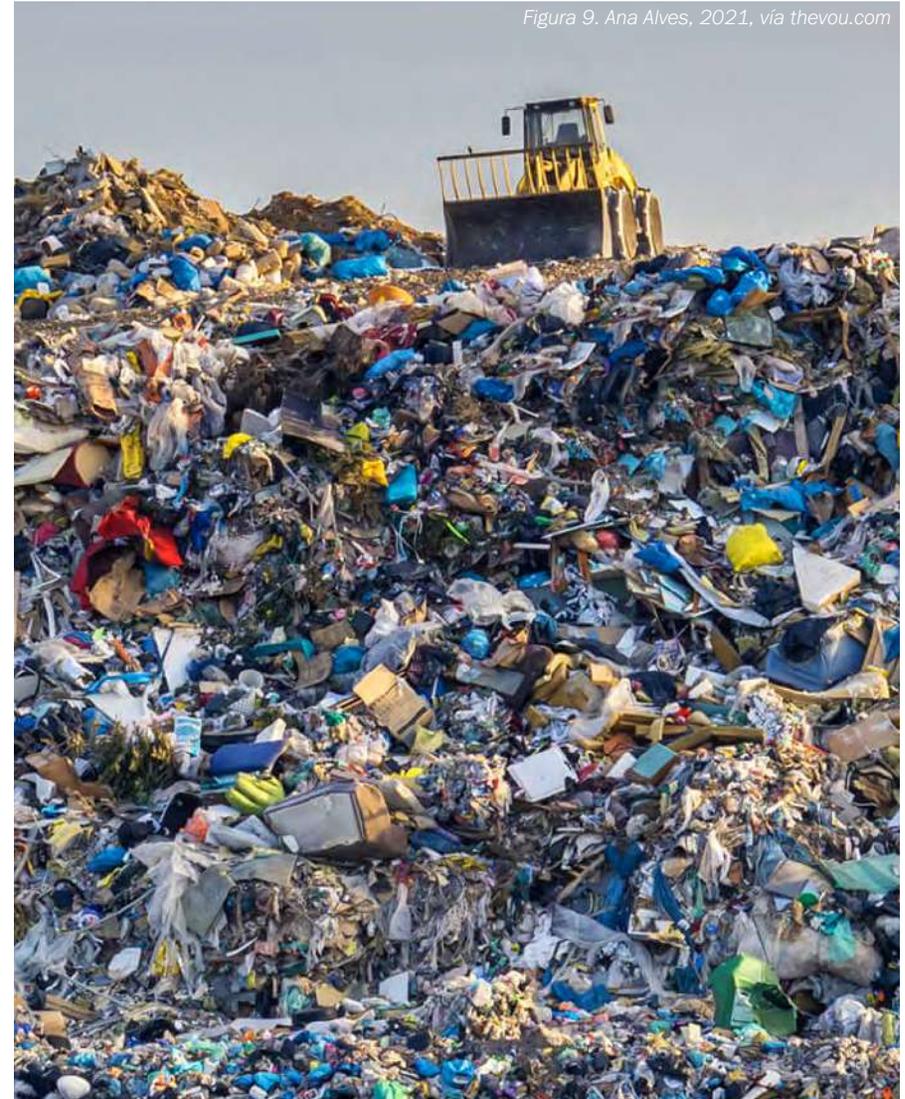


Figura 9. Ana Alves, 2021, vía thevou.com



El principal problema del plástico, además de su lenta degradación, es que para elaborarlo se utilizan energías no renovables. Por cada kilogramo de plástico que se fabrica desde cero, se emiten unos 3,5 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Según el informe del Centro Internacional de Ley Ambiental, en la actualidad la producción de plástico supone el 3,8% de las emisiones de carbono y se calcula que para el año 2050 va a ser responsable del 13% de ellas. Se alerta que “la existente economía del plástico es fundamentalmente inconsistente con el Acuerdo de París”. Con la producción actual de plástico es imposible conseguir mantener por debajo de los 2°C el aumento de la temperatura del planeta. (“¿Cuánto CO<sub>2</sub> emite el plástico?”, 2020)

“Si la producción y el uso de plástico crecen según lo planeado, para el año 2030, las emisiones podrían alcanzar 1,34 gigatonnes por año, equivalente a las emisiones liberadas por más de 295 centrales eléctricas de carbón. Para 2050, la producción y eliminación de plástico podría generar 56 gigatonnes de emisiones. Tanto la extracción, producción, uso, incineración y descarte de plásticos producen contaminación medioambiental. “Cuando los plásticos se descomponen, y están expuestos a la radiación solar, emiten metano y etileno, dos potentes gases de efecto invernadero.” (UNEP-ONU) (plastic and climate, 2019)

## Residuos plásticos en Chile

Entre el 2015 y 2019 aumentó en un 8% la generación de residuos a nivel nacional sin tener en cuenta los residuos generados en la pandemia. Sólo en el año 2019 se generaron 7.860.784 toneladas de residuos municipales lo que equivale en masa a 912 torres Entel. Esta cifra considera la población proyectada de 19.107.216 habitantes, lo que significa un promedio de **1,13 kilos al día por habitante**. (Sexto reporte del estado del medio ambiente, 2021)

Cada año se consumen en Chile 990 mil toneladas de plásticos, pero solo se recicla el 8,5% del consumo anual del país. (Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence, 2016)

“En la Ley REP se imponen metas de reciclaje individuales que parten en cifras bajas, pero que se irán incrementando hasta el año 2030, partiendo de un 3% para llegar 45% de reciclaje de los productos de plásticos” (Escuela Ingeniería en Recursos naturales UCM) Cada año ingresan al país 55 mil toneladas de PET virgen y menos de un 15% vuelve a ser utilizado, mientras que empresas que usan PET reciclado (rPET), se ven obligados a importar más de 10 mil toneladas para abastecer sus fábricas. (Caballero & Caballero, 2019)



Figura 11. Residuos en Chile mensual  
Elaboración propia

## Percepción del plástico

Para muchas personas el plástico es visto como residuo desechable, sin embargo, al pasar del tiempo se nos hace evidente que esta visión negativa se ha vuelto inadecuada y que es necesario un enfoque más positivo para lograr la sostenibilidad. Según La ley de conservación de la energía de Lavoisier la materia no se crea ni se destruye solo se transforma, de modo que todo objeto que ha sido desechado es en realidad un material que espera un nuevo uso. (Cuellar Mosquera et al., 2018)

“Tenemos que dejar de pensar que cualquier material es un residuo y el propio concepto de <<material de desecho>> debería desaparecer”.

(Miembros del IOCD Henning Hopf, Alain Krief, Goverdhan Mehta, Stephen A. Matlin)

Toda la materia está hecha de los mismos elementos en diferentes combinaciones, y es capaz de transformarse en otras sustancias mediante procesos químicos o biológicos. En un mundo de recursos finitos, con enormes cantidades de materia desechada que dañan el medio ambiente y la biodiversidad de la Tierra, es imperativo maximizar este uso posterior.

La economía circular es la alternativa que, según la definición del parlamento europeo, “es un modelo de producción y consumo que implica compartir, reutilizar, reparar, restaurar y reciclar materiales y productos existentes el mayor tiempo posible. De esta forma, se prolonga el ciclo de vida de los productos. La economía circular, por tanto, va más allá del reciclaje de los residuos. Implica en última instancia satisfacer las necesidades básicas de la sociedad, pero reduciendo la cantidad de materiales que se extraen de la naturaleza. (“Economía circular: definición, importancia y beneficios”, 2015)



Figura 12. 4ocean, 2017

Por lo que es necesario comenzar a dar valor a los residuos los cuales tuvieron un “fin” siendo este en realidad el camino equivocado para su trayectoria en la localidad en la que se encuentre.

En todo el mundo se compran casi un millón de botellas de plástico cada minuto. A medida que el impacto medioambiental de esa marea de plástico se convierte en una cuestión política cada vez más importante, los principales vendedores de productos envasados y los minoristas se ven presionados para reducir el flujo de botellas y envases de un solo uso que están obstruyendo las vías fluviales del mundo. La producción de plástico se ha disparado en los últimos 50 años, lo que ha provocado el uso generalizado de productos desechables de bajo coste que están teniendo un efecto devastador en el medio ambiente. Las imágenes de playas llenas de residuos de plástico y de animales muertos con los estómagos llenos de plástico han desatado la indignación, frustración y preocupación. (“Drowning in plastic”, 2021)



Figura 13. Danni Thompson, 2021, vía nuestroclima.com

Las botellas de tereftalato de polietileno (PET) se utilizan habitualmente para los refrescos y el agua mineral, pero también se emplean en otros productos para el hogar o el cuidado personal. Según datos de Euromonitor International, sólo el año pasado se vendieron más de 480.000 millones de estas botellas. Eso supone casi un millón cada minuto. En la fabricación del plástico se usan recursos no renovables, como el petróleo, y se liberan a la atmósfera gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. Además, el uso de aditivos químicos en el plástico podría ser peligroso para la salud. Todos estos efectos concitan cada vez más la atención de las partes interesadas, como las organizaciones no gubernamentales, las instituciones internacionales, los gobiernos y el público en general. (Raynaud, 2021)

Los materiales plásticos son muy variados y por tanto los residuos generados también lo son, sobre todo si se tiene en cuenta que éstos pueden, entre otras cosas, estar degradados, sucios, mezclados entre sí o con otros materiales. Con la finalidad de sacar un máximo provecho del residuo y buscar cuál es la mejor solución en cada caso, se hace necesario realizar un estudio del residuo. Para llevar a cabo este estudio es imprescindible contar con conocimientos relacionados con materiales plásticos, procesos y residuos, además de contar con el equipamiento específico. Solamente así es posible hacer una determinación precisa y adaptada a la realidad de la valorización de residuos.



Figura 14. Tapas plásticas, elaboración propia

## Caso de estudio: Puerto Williams

Manejo de residuos en Puerto Williams



Figura 15. Dientes del Navarino, elaboración propia

La ciudad de Puerto Williams tiene la particularidad de su **condición insular** la cuál hasta el momento ha protegido a la zona del desarrollo de la ciudad y de la contaminación. Es por eso que esta apertura y salto al desarrollo traen consigo una amenaza hacia este resguardo que ha existido durante todos estos años, pero que al mismo tiempo también puede ser una **oportunidad de tomar acciones tempranas** que permitan adelantarse al impacto. La importancia del factor isla es que existe la posibilidad de controlar y medir todo el plástico que entra y todo el plástico que sale, lo que no se ha realizado hasta la fecha según José Castro, encargado y asesor del Medio Ambiente de la Municipalidad de Cabo de Hornos, pero si está en los intereses de la Municipalidad.

Esto es posible ya que las puertas son pocas, los aviones más grandes que ingresan a la isla son el modelo BAE 146 el cual tiene una capacidad de 70 a 128 personas y 12.490 kg en contenedores de tipo LD3. El Ferry Yaghan tiene capacidad de transporte de 70 autos o 10 trailers en una cubierta de 4 pistas y 70 pasajeros por trayectos de más de un día (32 horas de navegación) y 200 toneladas de carga. (“NUEVO FERRY DE TABSA QUE IRÁ A PUERTO WILLIAMS, 2011) Por lo que al controlar esas dos entradas y salidas se podría tener un aproximado confiable de cuanto material plástico entra a la ciudad.



Figura 16. Ferry Yaghan, Puerto Williams, elaboración propia

Según los estudios de elaboración propia de José Castro, se generan 1.037,5 toneladas de residuos de las cuales 1.033,7 son “eliminadas” o más bien enterradas en el vertedero a modo de torta para su degradación. Estas cifras incluyen todo tipo de desechos como escombros, centolla de la pesquera industrial y artesanal, materia orgánica, vidrio, cartón, latas, y plástico. En noviembre del año 2021 se hizo un aproximado de 417 kilogramos de plástico rescatado el cual fue dirigido a la nueva planta de reciclaje la cual se encuentra a puertas del vertedero, esperando su próxima apertura en el transcurso de este mismo año. La gestión municipal de los residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Cabo de Hornos funciona semanalmente con un retiro puerta a puerta de contenedores generales en donde las personas dejan sus residuos en bolsas negras, no hay una separación de materiales según su origen o de ningún tipo. Los camiones de basura pasan por toda la comuna recolectando todos los lunes y viernes. José Castro menciona que del 100% un 99% de ese residuo se va al vertedero sin ningún tipo de tratamiento. Esa es la estadística regional y en la comuna igual se aplica.



Figura 17. Vertedero Puerto Williams  
Elaboración propia

Cerro Bandera

Suelo de residuos con tierra a modo torta

- Tierra
- Residuo
- Tierra
- Residuo

Nueva estación de reciclaje Puerto Williams



Figura 18. Plástico compactado  
Elaboración propia

Residuo plástico compactado  
para ser enviado a Punta Arenas  
a futuro

Existen algunos sectores que están adaptados para un programa piloto planteado por el área del medioambiente de la municipalidad para comenzar con el reciclaje de residuos, en donde se establecieron puntos limpios para la separación de cartón, plástico, vidrio y latas. El plástico se separa después por los tres funcionarios en la nueva estación de reciclaje a baja escala pero aún así el residuo contiene restos de materia orgánica de todo tipo, es decir, no se cuenta con una limpieza previa a la separación. El plan piloto consiste en recolectar todo ese material separado, compactarlo y luego enviarlo a Punta Arenas donde hay grandes y pequeñas empresas que reciclan y comercializan con cada material.

La Municipalidad adquirió una trituradora de plástico para ese fin, enviar en un futuro el plástico enfardado a Punta Arenas para que se le pueda dar un buen uso sin tener que seguir utilizando espacio en la Reserva de la Biósfera de Cabo de Hornos. Uno de los problemas es que el metro cúbico en el Ferry Yaghan tiene un valor de \$35.000 pesos chilenos lo que sube el precio de todo lo que se transporta además de agregarle la huella de carbono que ese transporte involucra.



Figura 19. Plástico entrando a la Isla Navarino, elaboración propia

**“Mientras no existan iniciativas locales que necesiten los recursos como cartón, vidrio o plástico, esta sería la nueva opción de gestión de residuos a baja escala” menciona José Castro.**

La Municipalidad ha trabajado junto con el FabLab Austral en el ámbito de educación medioambiental y conciencia colectiva sobre el tratamiento de residuos domiciliarios adecuado, por lo que existen actividades que aportan a la concientización pero según José Castro la acción es lo que realmente hace falta en el proceso de tratamiento de residuos.

Fab Lab Austral es un centro de creatividad y producción local y autónomo, al fin de la cadena de suministro, con foco en la comunidad de Puerto Williams, en su ecosistema conviven, ciencia, arte, y tecnologías digitales. Se basa en la formación de personas en materias digitales, sustentabilidad, fabricación, prototipado e investigación. La visión del equipo de Fab Lab Austral es colaborativa, autónoma, distribuida y transversalmente en torno a la creación sustentable. (“Fab Lab Austral, Quienes Somos”, 2021)



Figura 20. Participantes de Fab Lab Austral  
Elaboración propia

## Caso de estudio: Puerto Williams

### *Valor Natural de la zona*

Esta ciudad forma parte de la ecoregión de Bosques Lluviosos Siempreverde Subpolares (o Subantárticos), de Magallanes, presentando un contrastante mosaico de ecosistemas, con características singulares y únicas a nivel global. Los tipos de ecosistemas más representativos son: bosques lluviosos siempreverdes subpolares de Magallanes, bosques subantárticos de ñirre, bosques deciduos de lenga, bosques mixtos de lenga y coigüe de Magallanes, hábitat alto-andinos y complejo de tundra de Magallanes. En el ámbito de ecosistemas marinos, contiene una variedad de ecosistemas costeros y marinos representativos de la región subantártica, lo que favorece su biodiversidad. La ecorregión subantártica incluye la mayor diversidad de especies de flora no vascular de Chile y constituye un “hotspot” de diversidad de briofitas a nivel mundial. En esta zona crecen más de 300 especies de hepáticas y más de 450 especies de musgos. Estas 750 especies de briofitas representan más de un 5% de las briofitas conocidas en el planeta entero. (Alvarez, 2015)

Este es un territorio destinado a establecer una base científica con el objetivo de mejorar la relación entre los seres humanos y el medio ambiente. El programa sobre el hombre y la biósfera conjuga las ciencias exactas, naturales y sociales, la economía y la educación, para mejorar los medios de subsistencia de los seres humanos, una distribución equitativa de los beneficios y preservar ecosistemas ya sean naturales o gestionados, promoviendo de esta manera planteamientos innovadores de desarrollo económico, adecuados desde el punto de vista social y cultural, y sostenibles desde la óptica ambiental. (“CONAF”, 2021)

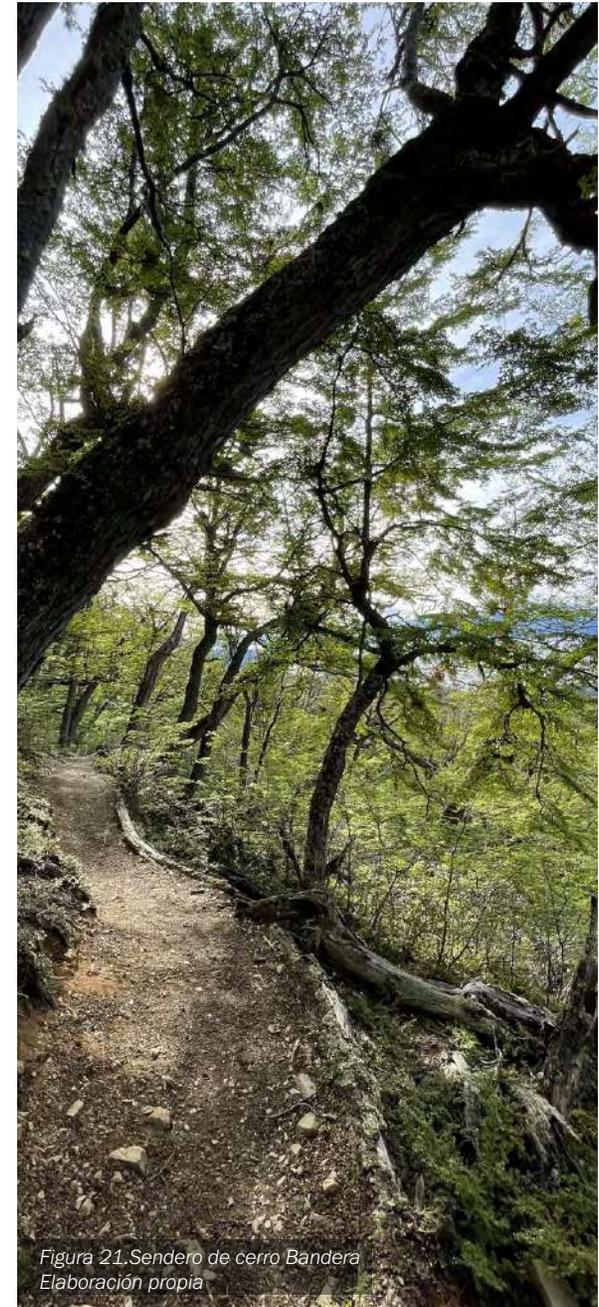


Figura 21. Sendero de cerro Bandera  
Elaboración propia

## Caso de estudio: Puerto Williams

Apertura y proyecciones de la ciudad



Figura 22. Mapa de Puerto Williams, elaboración propia

En la actualidad, Puerto Williams se encuentra con una alta demanda turística, focalizado en un Turismo de Intereses Especiales (TIE), basado principalmente en ambientes naturales no intervenidos, como por ejemplo, la villa Ukika, que se caracteriza por contener descendientes Yahgan, el Parque Etnobotánico Omora, el Circuito Dientes de Navarino, el Parque Nacional Cabo de Hornos y el conjunto de las islas Wollaston.

Estas atracciones turísticas han influenciado el crecimiento a un ritmo exponencial de los alojamientos, agencias de viajes y guías de turismo tradicional y aventura. El problema comienza cuando la comunidad de Puerto Williams debe organizarse e integrarse para lograr desarrollar el turismo de forma sustentable y así no perjudicar el ecosistema natural el cual incluye a toda la localidad, tanto de manera económica como de una manera sostenible en el tiempo. (Desafío Puerto Williams Basura Cero, 2021)

Por otro lado se está tramitando en contraloría un nuevo plan regulador comunal que considera el crecimiento de la ciudad al doble de su tamaño por lo tanto inevitablemente se generarán más residuos. (ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO COMUNAL 2019 - 2024, 2020)



Figura 23. Puerto Williams, Lakutaia 2018



Figura 24. Ruta Y-85, Tierra del Fuego  
Elaboración propia



Figura 25. Crucero en Puerto Williams  
Elaboración propia

En el año 2019 Puerto Williams pasó de ser poblado a ciudad con fines de posicionamiento estratégico dentro del desarrollo turístico de la zona y la región. (“¿Por qué Puerto Williams pasará a ser la ciudad más austral de Chile?”, 2021). Este año los cruceros de la empresa Silversea abandonaron sus operaciones en Ushuaia y comenzaron a operar desde puertos chilenos de Punta Arenas y Puerto Williams hacia la Antártica. (“Empresa de cruceros abandona Ushuaia y muda sus operaciones a Magallanes”, 2021)

La habilitación en el año 2023 de la Ruta Y-85 en Tierra del Fuego, que unirá a Porvenir con Bahía Yendegaia sobre el canal Beagle, dará conectividad terrestre a la Isla Tierra del Fuego, impulsará el desarrollo de nuestras Islas Australes, convertirá a Puerto Williams en un polo poderoso de atracción de inversiones turísticas. (“Ruta Y-85, un camino para el desarrollo económico de Magallanes”, 2021)

Por otro lado el nuevo centro subantártico va a ser el primero en tener educación superior en la capital provincial; va a ser el primero que va a permitir un espacio de atención y de encuentro de turistas que demanda la misma área del turismo mencionó el gobernador Flies, en una entrevista con Diálogo Sur.

Es por todas estas variables que se empezó a hablar en la Municipalidad sobre la carga territorial de la ciudad y del ecosistema que está presente en la zona. La carga territorial es un término que se basa en la estructuración de las relaciones de los seres vivos y los recursos del mismo territorio en el que habitan y estimulan las dinámicas de reciprocidad, aprovechamiento y crecimiento sustentable dentro de una zona geográfica específica. Este es un foco a considerar dentro del desarrollo sostenible de ciudades para tomar en cuenta la capacidad de personas, servicios, recursos, etc. que tiene una ciudad en potencia, como Puerto Williams. (Sarmiento-Valdés & Aguilera-Martínez, 2019)

Estas mismas particularidades, a nivel de valor natural y de desarrollo, son las que reflejan el potencial que contiene esta zona como ciudad y ecosistema natural que incluye civilización humana para un progreso sostenible. Es en este contexto previo al crecimiento y el hiperconsumismo en donde realmente se puede diseñar un cambio en la construcción de las gestiones municipales, partiendo por los residuos.



*Figura 26. Vista desde cerro Bandera, elaboración propia*

## Reciclaje y Acción



Figura 27. Recolección de plástico Isla Lennox, Salted Stills

Los residuos sólidos plásticos (RSP), forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU), que se generan en casas, comercios, instituciones y áreas públicas. La acumulación de RSP es un problema ambiental que, sin reciclar, reutilizar o reducir desaprovecha su valor potencial. La creciente escasez de materias primas para la síntesis de plásticos, su recuperación y la protección del ambiente, son razones fundamentales para su reciclaje y nuevo tratamiento. Agregando que cada año ingresan 55 mil toneladas de PET virgen y menos de un 15% se reutiliza siendo que empresas que utilizan PET reciclado deben importar una cantidad mayor a 10 mil toneladas para proveer sus fábricas. (Maldonado Caballero, 2019)

En las ciudades de países de economía de transición, es frecuente ver RSP acumulados en basureros o tiraderos a cielo abierto. Los tiraderos de RSP impactan negativamente al ambiente como se ha mencionado anteriormente ya que se mezclan residuos orgánicos e inorgánicos. La descomposición orgánica causa malos olores, lixiviados, propicia la proliferación de insectos y roedores que son vectores de microorganismos patógenos de humanos y animales por lo que el orden de los ciclos naturales se ve perturbado. (Sanchez Yañez, 2005)

Es común el sentimiento de frustración frente a la cantidad de plástico de un solo uso que se nos presenta en la vida diaria sin alternativas ecológicas suficientes para cada producto. Dentro de la rutina se encuentran una gran cantidad de objetos plásticos los cuales son necesarios o a veces nos hacen creer que lo son, por lo que se hace cada vez más difícil mantenerse consciente constantemente. Como menciona Greenpeace en su manual de "Un millón de acciones contra el plástico", estamos dentro de un sistema que no funciona, obstruido por tanto plástico y las personas que lo controlan no quieren cambiar el rumbo. Es por esto que la acción alternativa es urgente en todas las localidades, en especial en las que están en vías de desarrollo ya que el cambio de conciencia en las actividades tiene la posibilidad de redireccionar este mismo desarrollo a uno más sostenible con el medio ambiente.

La acción debe ser inmediata no sólo en Puerto Williams sino que en todas las localidades ya que este es un problema global debido a la sobreproducción de plástico de un solo uso. Es actuar para frenar la contaminación por plásticos demandando que se frene la producción de plásticos de un solo uso, que es lo que genera el problema. (Un millón de acciones contra el plástico, 2018)

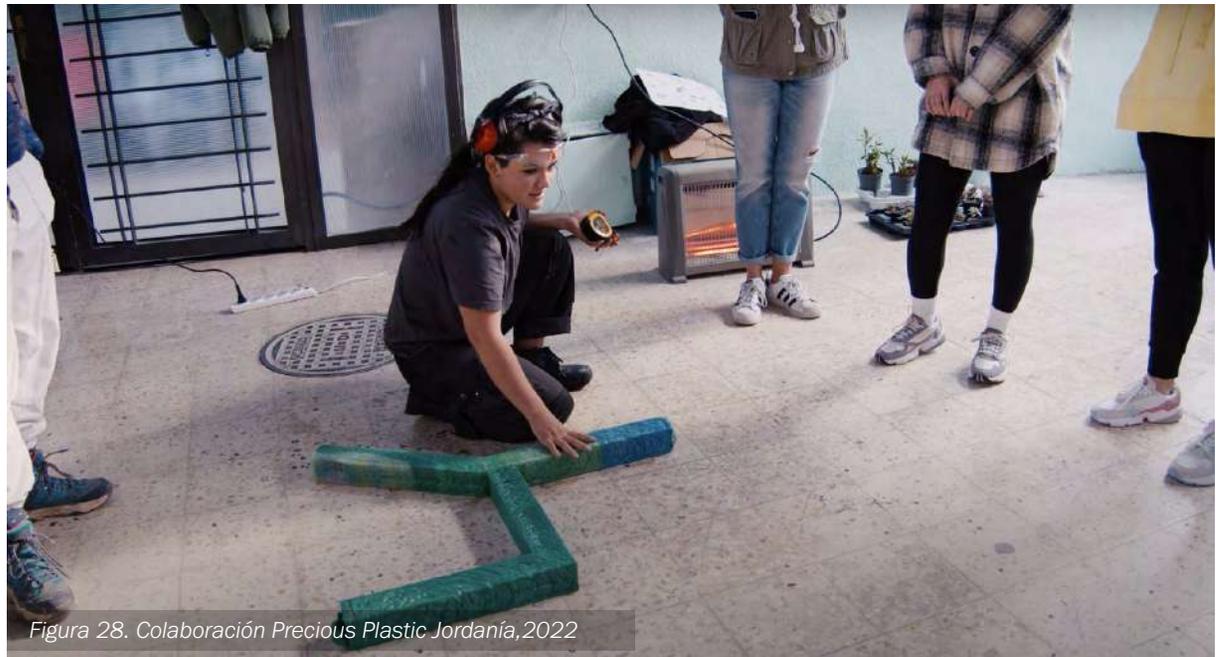


Figura 28. Colaboración Precious Plastic Jordania, 2022

## Plásticos

A la luz de estas consecuencias ambientales, es necesario hacer un esfuerzo para redirigir el plástico del flujo de residuos al reciclaje y dejar claro qué se puede reciclar fácilmente de forma colaborativa. Para abordar este problema, la Asociación de la Industria del Plástico, Inc. SPI introdujo un sistema de codificación de plástico en 1988 a pedido de los recicladores. Estos códigos se utilizan para clasificar los plásticos en grupos que se pueden reciclar juntos. Cualquier plástico que pueda reciclarse y desviarse de los flujos de desechos o del entorno natural merece atención. (lanelli, 2022)

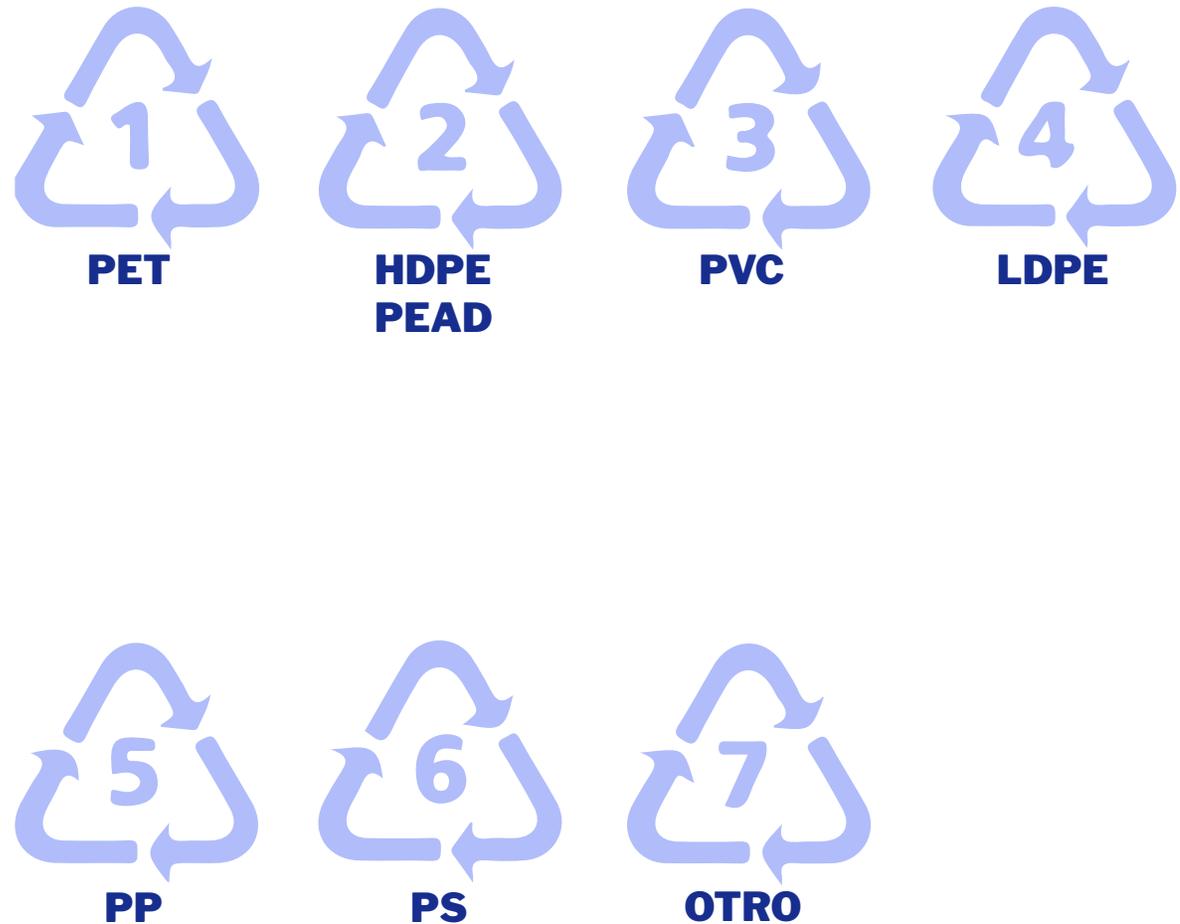


Figura 29. Códigos de plásticos, elaboración propia

## Plásticos

### Termoplásticos y termoestables

Los plásticos se dividen en dos grandes grupos, los termoplásticos y los termoestables.

La gran diferencia es que los termoplásticos se pueden derretir todas las veces que queramos por lo que son los plásticos con mayor potencial de reciclaje y además son los que más se utilizan.

Los termoplásticos se diferencian por un código de identificación de plásticos, siendo este un sistema de clasificación internacional en el sector industrial para la distinción de la composición de resinas en los objetos plásticos. Estos se dividen en 7 grupos los cuales generalmente se muestran con su número correspondiente dentro del signo de reciclado.



producción de envases de alimentos y botellas. A través de su reciclado se generan fibras para relleno de alfombras, sacos de dormir, cuerdas y almohadas.



Este es más rígido y resistente, se encuentra en envases de detergentes, tapas, bidones, bolsas y envoltorios. Muy reciclable si se mantiene normas adecuadas de higiene (limpieza previa al reciclado).



Se utiliza en ciertos envases o artículos de servicio de comida rápida. Al ser reciclado se utiliza en tubos de drenaje e irrigación. No debe ser mezclado con otros plásticos termoestables.



El LDPE se utiliza para fabricar bolsas de supermercado, de pan, plástico para envolver. El LDPE puede ser reciclado como bolsas nuevamente.



Se puede encontrar en bombillas, envases y sobre todo tapas. Resistente al calor y se utiliza como barrera para la humedad, grasa y productos químicos. Se reutiliza y es reciclable.



Se encuentra en envases y en el Poliestireno expandido (plumavit), es altamente contaminante por lo que se debe intentar evitar su uso.



Se encuentran los multicapas en donde se hacen combinaciones de distintos plásticos termoestables por lo que suelen ser difíciles de reciclar. Son peligrosos a la hora de reciclar ya que pueden contaminar todo el material estropeando el proceso.

(\*¿Qué es el plástico y cómo se clasifica?, 2020)

## Plásticos

¿Por qué HDPE Y PP?

La Extrusora de Plastikotik llega a una temperatura de 180 ° a 240 ° grados celsius por lo que el plástico que se utilice debe tener un punto de fusión dentro de ese rango de temperatura. Luego también está el factor de encogimiento al enfriar el material, el polipropileno (PP) y el polietileno de alta densidad (HDPE) al estar derretidos se expanden pero luego vuelven a encogerse al enfriarse. (One Army, 2017)



Figura 30. Precious Plastic, 2020

## Plásticos

Polietileno de Alta Densidad (HDPE o PEAD)

Número 2.

<b>Características</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Propiedades Térmicas</b>
<p>La rigidez y resistencia del polietileno son sus principales ventajas. Se trata de un material resistente a los impactos, a la tracción y a las temperaturas altas y bajas. Su resistencia no solo es física, ya que no es atacado por los ácidos o el disolvente.</p> <p>Se trata de un material incoloro y casi opaco. Su facilidad para imprimir, pintar y pegar sobre él permite un amplio abanico de opciones de personalización.</p> <p>Se trata además, de un material muy fácil de procesar mediante métodos como inyección o extrusión. El polietileno de alta densidad es un material reciclable, especialmente mediante reciclaje mecánico y térmico. Le corresponde el Código de Identificación Plástico 2. ("Qué es el polietileno de alta densidad HDPE o PEAD", 2018)</p>	<p>Color Natural Blanco o Negro .</p> <p>Densidad 1183 g/cm<sup>3</sup> 0,96</p> <p>Absorción de agua hasta saturación a 23° C ----- % 0,01</p> <p>Peso molecular 106 g/mol % 0,5</p>	<p>Punto de Fusión 3146 °C 130/135</p> <p>Conductividad térmica a 23°C W/(K-m) 0,40</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica lineal: -Valor medio entre 23 y 100 °C ----- m/(m-K) 200</p> <p>Temperatura por deformación por calor: -por método A: 1,8 MPa 75 °C 44</p> <p>Temperatura máxima de servicio en aire: -en periodos cortos °C 140 -en continuo: durante 20.000 h °C 80 Temperatura mínima de servicio -50 Inflamabilidad -Indice de oxígeno 4589 % 20 -con respecto a la clasificación UL 94 (para 1,6 mm de espesor) HB</p> <p>(PROPIEDADES FÍSICAS POLIETILENO HD 500 (PE), s.f.)</p>

### Aplicaciones y usos

Envases para: detergentes, lejía, aceites automotor, shampoo, lácteos; bolsas para supermercados; bazar y menaje; cajones para pescados, gaseosas, cervezas; envases para pintura, helados, aceites; tambores; tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, láminas de drenaje y uso sanitario; macetas; bolsas tejidas; guías de cadena, piezas mecánicas. También se usa para cubrir lagunas, canales, fosas de neutralización, contra tanques, tanques de agua, plantas de tratamiento de aguas, lagos artificiales, canalones de lámina. Y en embarcaciones. (Clase 3 construcción 1 náutica 2015 HDPE, 2015)



Figura 31. Imágenes de elaboración propia

## Plásticos

### Polipropileno (PP) Número 5.

<b>Características</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Propiedades Térmicas</b>
<p>Este material presenta una alta versatilidad en cuanto a técnicas de procesamiento existentes por lo que es usado en diferentes aplicaciones comerciales para packaging, textiles, medicina, tuberías etc. También tiene una buena procesabilidad lo que significa que este es el material plástico de menor peso específico (0,9 g/cm<sup>3</sup>), lo que implica que se requiere de una menor cantidad para la obtención de un producto terminado. Además de evitar el traspaso de humedad también posee propiedades de resistencia, química y transparencia. ( PETROQUIM, s.f.)</p> <p>Generalmenteseconsideraqueelpolipropileno es fuerte y flexible, especialmente cuando se presenta en la forma de copolímero con etileno. Esto permite el uso de polipropileno como plástico de ingeniería. El pigmento se usa a menudo para hacerlo opaco o coloreado. El polipropileno presenta una buena resistencia a la fatiga y puede fundirse por extrusión y moldeo. La técnica de moldeo más común es la de inyección, que se utiliza para crear artículos como tazas, cubiertos, jarras, tapas, recipientes, utensilios domésticos y automóviles. (DeMeuse, 2020)</p>	<p>Es un polímero de bajo coste con respecto a los beneficios.</p> <p>Tiene una alta resistencia química a los disolventes.</p> <p>Fácil de moldear con calor.</p> <p>Fácil de colorear.</p> <p>Evita el traspaso de humedad y de agua, por lo que es muy útil para productos que requieran protección.</p> <p>Alta resistencia: Este tipo de plástico al someterlo a flexión o fatiga tiene una gran resistencia y no se fractura fácilmente.</p> <p>Buena resistencia a temperaturas superiores a 15°C.</p> <p>Buena estabilidad térmica.</p> <p>Densidad DIN 53 479 g/cm<sup>3</sup> 0,91</p>	<p>Temperatura de Fusión DIN 53 736 °C 165</p> <p>Conductividad térmica a (23°C) - W/(K-m) 0,22</p> <p>Temperatura de transición vítrea - 105 .(1K) -18</p> <p>Capacidad calorífica específica (23° C) - 5(g.k) 1,7</p> <p>Temperatura máxima de servicio: - - -en periodos cortos - °C 130 -en periodos largos - °C 100</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica lineal (23°C) - 105 ,1k 11</p> <p>(PROPIEDADES FÍSICAS POLIPROPILENO (PP), s.f.)</p>

### Aplicaciones y usos

El polipropileno (PP) es uno de los tipos de plástico más versátiles. Es un polímero termoplástico que tiene muchas aplicaciones diferentes. Como material termoplástico, este material se puede moldear fácilmente aplicando calor al material en la forma deseada. Este material se puede utilizar como plástico o fibras. Este factor es importante ya que le permite crear una variedad de productos. Tiene diferentes aplicaciones ya que posee una gran capacidad de adaptación hacia los aditivos durante su fabricación. Se le pueden ir agregando aditivos que fomenten la adherencia a la tinta o pinturas de impresión. Juguetes para niños, vasos de plástico, materiales de construcción, piezas de automóvil, recipientes para alimentos, medicinas o productos químicos, ropa y electrodomésticos, sacacorchos, alfombras, bolsas, suministros para hospitales, tapas de todo tipo. (“propiedades y usos del PP”, 2019)



Figura 32. Imágenes de elaboración propia

---

## Plásticos

### *Resguardos con el derretimiento y reciclaje de Plástico*

Por cada kilogramo de plástico producido, se emiten a la atmósfera 3,5 kilogramos de dióxido de carbono. Si es plástico reciclado, sus emisiones de dióxido de carbono se reducirán a 1,7 kg. El peor plástico es el nylon, que libera 9,1 kilogramos de dióxido de carbono por kilogramo. Por ello, una de las soluciones para reducir la huella de carbono de los plásticos es aumentar la tasa de reciclaje. Sin embargo, siempre se seguirán emitiendo gases al derretir plásticos ya que no es posible que no emane materia gaseosa del proceso de descomposición aún estando en un vertedero por 150 años, es por esta razón que es necesario tener la capacidad de compensar estas emisiones a nivel industrial. (Soler, 2016)

Existen plásticos que tienen recubrimientos llamados retardantes de llamas los cuales como su nombre dicen retardan la absorción de calor por lo tanto son menos fundibles e inflamables que como si estuvieran en bruto. Este es un problema para el reciclaje de productos plásticos que contengan estos aditivos y es por eso mismo que se debe estar consciente de los ingredientes del material que se está reciclando. Generalmente los retardantes de llama se aplican en materiales de construcción, embarcaciones, tuberías y objetos de gran escala, tapas y envases de botellas no deberían contener retardantes de llama.(Buezas Sierra, 2010)

Según un estudio sobre los efectos sobre el polipropileno al reprocesado, este material presenta desgaste de materia al aumentar los ciclos del proceso, este hecho se logró corroborar con los resultados obtenidos de los ensayos de índice de fluidez, viscosidad y densidad, los cuales permitieron identificar de forma indirecta la disminución en el peso molecular y la tendencia que presentan las cadenas poliméricas cortas a fluir progresivamente en el material reprocesado. Este trabajo ratifica las tendencias enmarcadas sobre degradación de polímeros con datos precisos, **lo que genera de forma positiva que se promueva el uso de material reprocesado de PP como valor agregado**, sobre todo a la industria automotriz. Asimismo, este estudio garantiza la persistencia inalterada en propiedades térmicas y mecánicas en un nuevo producto. (Caicedo, Crespo Delgado, De la cruz Rodríguez & Álvarez Jaramillo, 2017)

## Plásticos

### Propiedades de los plásticos reciclados



Figura 33. Plástico triturado  
Elaboración propia

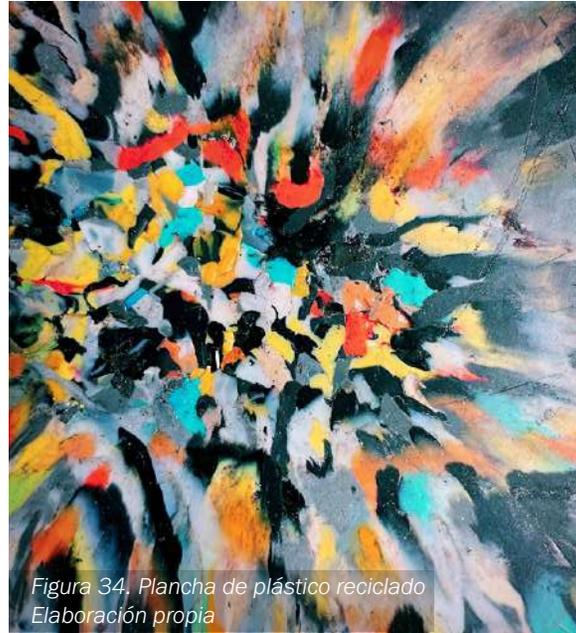


Figura 34. Plancha de plástico reciclado  
Elaboración propia

Los plásticos son materiales versátiles con una gran variedad de propiedades que en distintos casos se pueden hacer “a la medida” en función de la aplicación final. Lo mismo sucede con los plásticos reciclados, que se pueden readitivar, es decir, mezclar para potenciar las propiedades del resultado, para así realizar casi la misma función que el material virgen. Resistencia al fuego, resistencia al impacto, fluidez, color, brillo, conductividad eléctrica, conductividad térmica y otras propiedades. Se pueden mejorar con las adiciones adecuadas. Esto puede significar gastos adicionales que deben investigarse en cada caso para lograr la mejor relación entre rendimiento y costo. (Roca Blay, 2011)

El polipropileno (PP), uno de los polímeros comerciales más extensamente utilizados en la actualidad, es un material que tiene muy poca capacidad de absorber energía de impacto a baja temperatura. Por ello, el agregado de polietileno (PE) o elastómeros tales como copolímeros de etileno-propileno (COP) es un mecanismo frecuentemente utilizado para mejorar esta propiedad. (Utracki, 2002)

El Polipropileno y Polietileno al ser aditivados (mezclados) fomentan su capacidad de absorción de temperatura, la resistencia del material y conservación de temperatura, ya que son plásticos termoplásticos compatibles entre sí. (Foschesatto, Quinzani & Failla, 2013)



1.2

## Contexto de implementación

## Territorio y población

Isla Navarino, perteneciente a la comuna de Cabo de Hornos, se encuentra en un territorio que ha sido habitado por la cultura Yaghan hace más de 7.000 años. La gran mayoría de los integrantes de la comunidad Yaghan residen en Villa Ukika, al este de Puerto Williams, conocida como la ciudad más austral de Chile y el mundo. La población de ésta ciudad es de alrededor de 3.000 habitantes, quienes componen diversos grupos de personas como funcionarios de instituciones como la Armada de Chile, entidades gubernamentales, trabajadores de empresas privadas, familias pertenecientes al pueblo indígena Yaghan, entre otros. El contexto natural que rodea a Puerto Williams se compone de una macro y micro diversidad de especies que han llamado la atención de varias universidades, instituciones y centros de investigación, llegando a catalogar este territorio como parte de la Reserva mundial de la Biosfera por la UNESCO. (“Centro de Investigación y Asistencia Técnica Puerto Williams» Biodiversidad Subantártica poco Percibida”, 2021)



Figura 35. Puerto Williams, elaboración propia

## Factores influyentes en el desarrollo de la comuna

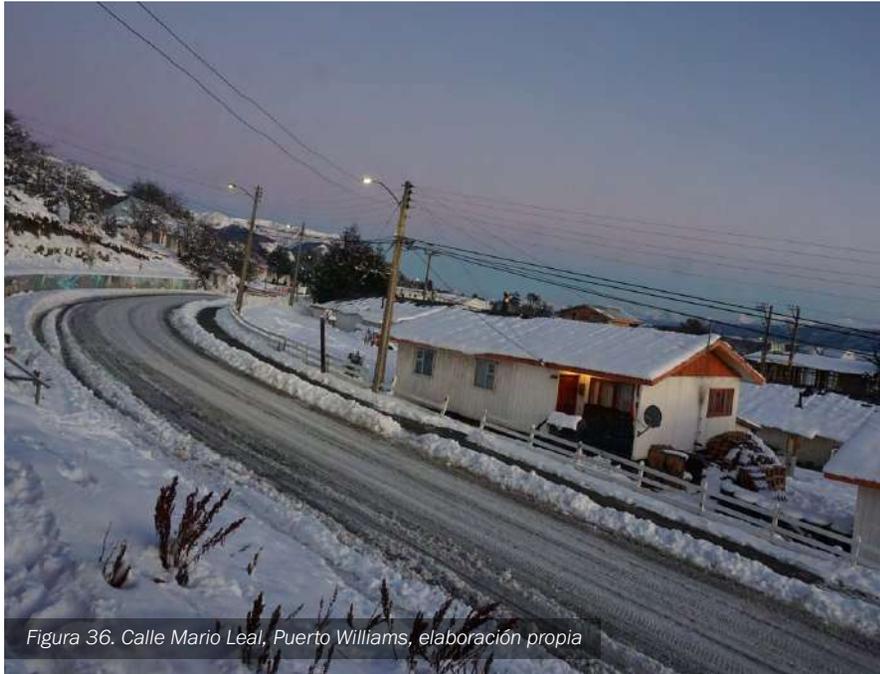


Figura 36. Calle Mario Leal, Puerto Williams, elaboración propia

Debido a la particular geografía y la alta latitud de este territorio se han detectado ciertos factores que influyen directamente en el comportamiento de la comunidad y sus procesos de desarrollo. Uno de ellos es el clima adverso y la longitud del día, ya que se cuenta con siete horas de luz en el invierno y diecisiete horas de luz en el verano, lo que condiciona a la población a tener diferentes posibilidades de acción y eficiencia en las distintas estaciones del año, teniendo días muy largos en verano y muy cortos en invierno. Además, se debe considerar el factor de insularidad austral dónde los medios de ingreso o salida a la ciudad se limitan a un vuelo en avioneta diario condicionado por el clima y un ferry que navega sólo una vez a la semana por 32 horas desde Punta Arenas hasta Puerto Williams, para abastecer la ciudad. (“Cabo de Hornos - EcuRed”, 2022)

Esto genera que los procesos productivos y actividades a realizar se encuentren en constante riesgo de no realizarse en los tiempos estimados por la espera de que lleguen materiales, herramientas o suministros para la ejecución de múltiples tareas. Por esta razón, es común escuchar a la población hablar de “los tiempos de Williams”, haciendo alusión a la radical diferencia con la velocidad de los procesos en una gran ciudad.

## Preocupación y oportunidad

Uno de los procesos de desarrollo que más preocupan a las autoridades e investigadores locales es el tratamiento adecuado de residuos de la comuna en un momento previo a grandes cambios para Puerto Williams. Como se ha mencionado anteriormente, esta ciudad se encuentra en vías de un desarrollo turístico potente debido a diferentes proyectos de inversión pública como: Centro Subantártico, muelle multipropósito, ampliación del terminal aéreo, carretera Yendegaia y el nuevo plan regulador que propone que la ciudad crezca al doble de su tamaño y capacidad.

Esta apertura de la ciudad pone en riesgo la diversidad ecosistémica que aún existe por diversos factores, entre ellos la insularidad de la misma ciudad. Tamara Contador, coordinadora de investigación del Parque Etnobotánico Omora, afirma que es necesario tomar acciones concretas en cuanto a la micro contaminación del plástico que se está generando en la zona para la adecuada preservación de las especies y el ecosistema completo. Ella menciona que debemos compartir conocimientos y buscar en conjunto la manera de habitar la naturaleza con respeto antes de que sea muy tarde.

Se presenta una oportunidad única de poder proponer una alternativa sostenible en cuanto a la gestión de residuos y colaborar en la conservación del medio ambiente. En este contexto se realizó un trabajo de campo y levantamiento de información.



Figura 37. Humedal Urbano, Puerto Williams, elaboración propia

Durante el proceso de seminario de título se elaboró un levantamiento profundo de información desde el trabajo en campo presencial en la ciudad de Puerto Williams. Este trabajo consistió en varias visitas a la municipalidad de Cabo de Hornos, al liceo Donald McIntyre, al vertedero municipal y estación de reciclaje, a Fablab Austral, al Parque Etnobotánico Omora y la casa de estudios en la ciudad, Oficina de turismo Explora Navarino, Café Bagual y hogares de algunos entrevistados. Se realizaron diez entrevistas de una duración promedio de 1 hora a distintos participantes de la comunidad dentro de la ciudad que serán mencionados a continuación.

Figura 38. Entrevistados, elaboración propia



**José Castro**

Encargado y asesor del Medio Ambiente de la municipalidad



**Manuel Ulloa**

Jefe Técnico del programa de desarrollo local (PRODESAL) Cabo de Hornos



**Tamara Contador,**

Investigadora y profesora asociada de la Universidad de Magallanes del centro universitario Puerto Williams y coordinadora de investigación del parque Omora.



**Javier Rendoll**

Investigador y estudiante de doctorado en el programa de observación de la Universidad de Magallanes.



**Gabriela Ampuero**

Encargada del medio ambiente del Liceo Donald McIntyre.



**Unisse Cataldo**

Encargada del medio ambiente del Liceo Donald McIntyre.



**Tania Aguilar**

Encargada de Biolab Austral 2021.

**Miguel Troncoso**

Coordinador de Fablab Austral 2021.



**Jorge Barbero**

Director y fundador de Explora Navarino oficina turística.



**Igor Bely**

Velerista, integrante de Plastikotik



**Adriana Enriquez**

Velerista, integrante de Plastikotik

Figura 39. Entrevistados, Elaboración propia y registro de Jorge, Igor y Adriana

Se les hicieron una serie de preguntas adaptadas a cada entrevistado las cuales tenían relación con el manejo de los residuos plásticos de la Isla Navarino, Reserva de la Biósfera de Cabo de Hornos e investigaciones actuales, Humedales y Educación Medioambiental.

## Observación

Durante el trabajo en campo se observó una interacción dentro de la ciudad la cuál fue fundamental para el levantamiento y definición del proyecto.

**Humedales urbanos utilizados como microbasurales:** En la entrevista con José Castro, Encargado y asesor del medio ambiente de la Municipalidad de la comuna de Cabo de Hornos, se evidenció la importancia de los humedales para el ecosistema de Puerto Williams y cómo estos necesitan ser resguardados y protegidos como merecen serlo. Estando en la ciudad se presencié la formación de microbasurales en los sectores destinados para turberas y pantanos lo cual también causa conmoción en algunos entrevistados preocupados por el bienestar de la fauna, flora y también del mismo ciudadano que transita por estos espacios. Tamara Contador y Javier Rendoll, científicos de la zona, mencionaron que esto se debe a la desinformación de lo que significa tener humedales urbanos dentro de la ecología de la ciudad.



**Muro de ecoladrillos demolido:**

En una videollamada con Unisse Cataldo y Gabriela Ampuero, se mencionó la demolición de un muro mediano de ecoladrillos que habían construido los alumnos del Liceo en sus actividades medioambientales. Al entrevistarlas por primera vez presencialmente, ellas me mostraron con orgullo el muro que según ellas no servía de mucho ya que la construcción fue improvisada, pero aún así sintieron como los alumnos encausaban su motivación en una actividad con un producto visible y tangible. Ellas mencionaron que los estudiantes detectaban sus propios ladrillos creados en sus casas cada vez que pasaban fuera del muro. Pero como mencionaron Unisse y Gabriela ese mismo año en abril tuvieron que demolerlo por una ampliación de calle y remodelación de la entrada del Liceo.

Estas interacciones fueron influyentes en la definición del proyecto ya que la interacción de los humedales como microbasurales fue el gatillante para definir y acotar la problemática a abordar en este proyecto. Por otra parte, la interacción del muro de ecoladrillos fue crucial para comenzar a entender y determinar la oportunidad para resolver la problemática.



Figura 41. Muro de ecoladrillos 2021  
Elaboración propia

A scenic view of a coastal town with snow-capped mountains in the background under a bright blue sky with a sun flare. The town consists of numerous small, white buildings with dark roofs, some with red accents. The foreground is a grassy, rocky slope with a metal fence. The background features a large body of water and a range of mountains with patches of snow.

1.3

## Definición de usuario

Como parte del levantamiento de información, en el marco de las entrevistas realizadas en terreno, se detectó al interior del Liceo Donald McIntyre un grupo de 30 personas llamados **“Forjadores Ambientales”** quienes se encargan de liderar actividades de conservación del medio ambiente e invitar a la comunidad a participar y ser parte de esta agrupación que ha ido evolucionando desde el año 2012. (“27 estudiantes de Puerto Williams reciben Investidura como Forjadores Ambientales”, 2012)

El grupo se forma con miembros de la comunidad escolar mediante invitaciones emitidas por las encargadas del medio ambiente dentro del liceo y actualmente para este año 2022, se han enviado nueve invitaciones, estas invitaciones consideran la disposición de las personas a colaborar con las actividades. (“Estudiantes y comunidad educativa del liceo de Puerto Williams se comprometen con el trabajo ambiental”, 2016)

## Arquetipos de Usuario

Mediante las entrevistas realizadas con las encargadas de Medio Ambiente del Liceo, Unisse y Gabriela, se reconocen al interior de “Forjadores Ambientales” 3 perfiles de participantes de acuerdo al tipo de liderazgo y los roles que toman dentro del equipo. A partir de ello se proponen **3 Arquetipos de Usuario**, a fin de caracterizar dolores, necesidades y motivaciones, con el fin de ser útiles para el proceso de diseño.

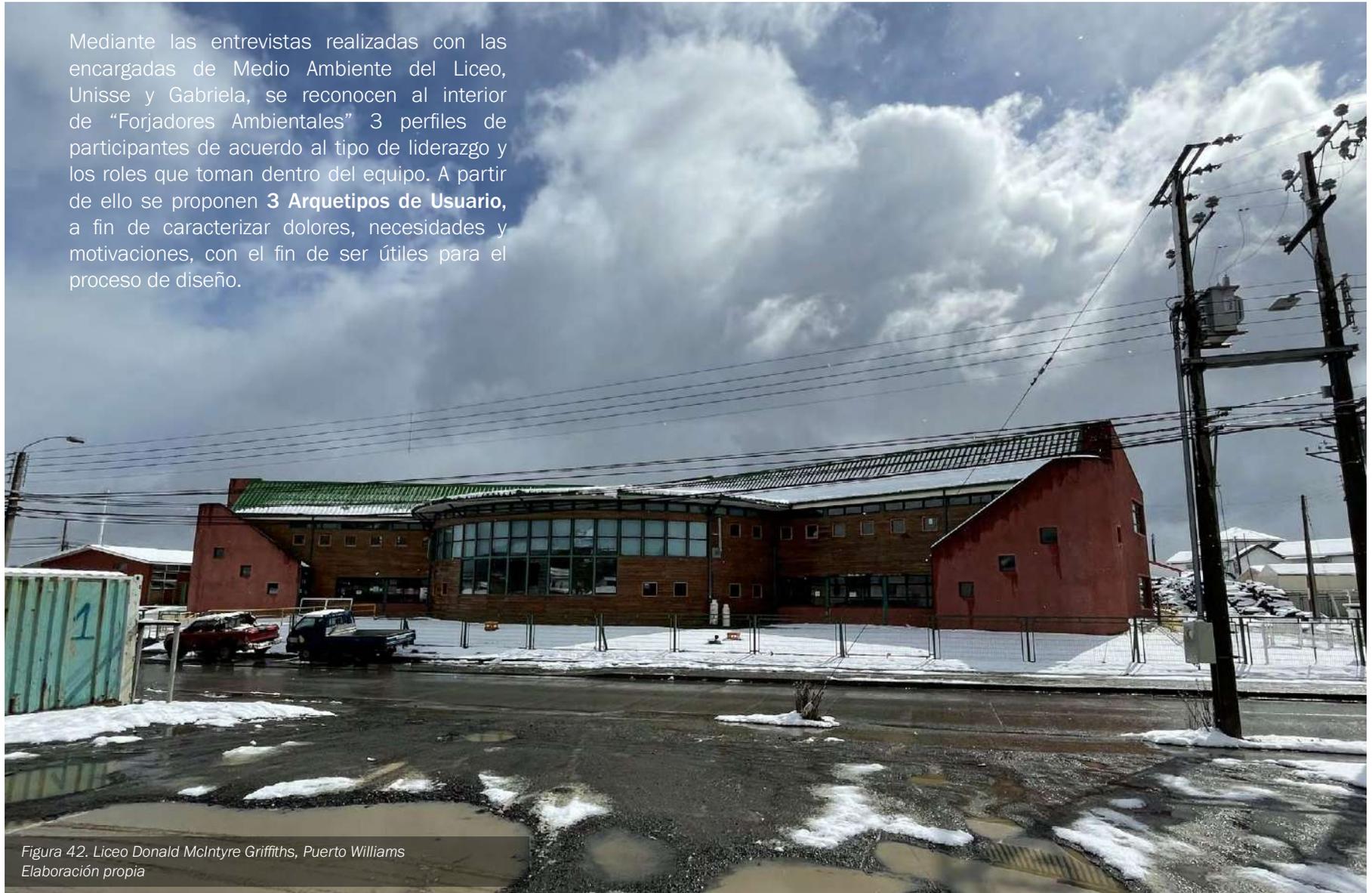


Figura 42. Liceo Donald McIntyre Griffiths, Puerto Williams  
Elaboración propia

### Alumnos: Maite, 9 años

Maite, tiene 9 años, está en el curso 4º B del Liceo Donald McIntyre. Es muy entusiasta e idealista, con un mundo interior muy grande y gran creatividad. Maite siente una gran conexión con la naturaleza de la Isla, porque ha visitado el parque Omora desde pequeña y eso ha desarrollado en ella este entusiasmo e interés en el cuidado del medioambiente. También es presidenta del 4B ya que es considerada una líder entre sus compañeros.

En su familia es ella quien motiva y enseña a sus padres sobre la educación medioambiental, ella es la encargada de separar los envases y decirle a su mamá que guarde las tapas de las botellas ya que para Maite todo tiene la posibilidad de ser reutilizado. Además, arma y junta ecoladrillos para las actividades del Liceo, aunque no sabe si sirve de mucho ya que hace unas semanas demolieron un muro hecho de ecoladrillos que hicieron con su curso.

A Maite le gustan las actividades fuera de su casa, como caminar al aire libre, salir a andar en bicicleta con sus amigos, pero por el clima austral estas actividades no son tan frecuentes como a ella le gustaría. Es por esta razón que después de clases se va directo a su casa. A Maite le encantaría que exista en la isla algún tipo de lugar en donde ella pueda divertirse con sus amigos y familia como lo sería un cine o un mall.



Figura 43. Participante de Fab Lab Austral  
Elaboración propia

**Motivaciones:** Conocer y aprender las distintas formas que existen para poder aportar y cuidar el medioambiente y ver como ella puede ser parte de la protección de la naturaleza y el ecosistema que la rodea. Tener actividades grupales con familia y amigos que sean entretenidas y que impliquen la participación de todos.

**Dolores:** Tener que quedarse en casa haciendo actividades pasivas en lugar de poder salir y hacer actividades al aire libre. Que el esfuerzo de armar y juntar ecoladrillos se haya concretizado en algo que realmente no funcionaba y hayan tenido que demolerlo.

**Necesidades:** Poder canalizar su energía y motivación en acciones concretas que reflejen su esfuerzo y amor hacia el medioambiente. Poder contar con una mayor oferta de actividades al aire libre que encaucen su interés por la naturaleza y la ciencia y que además involucren a su comunidad y familia.

**Apoderados: Javier, 41 años**

Javier es funcionario público de Puerto Williams, llegó a Isla Navarino por otro trabajo hace 9 años con su señora y su hijo que hoy en día tiene 12 años y una hermanita de 8 años. A Javier le gusta vivir en la comuna de Cabo de Hornos ya que tiene más tiempo para pasar en familia que el tiempo que tenía en su ciudad natal, Viña del Mar. Ese mismo tiempo que podría utilizar transportándose desde el trabajo a casa lo utiliza para participar en actividades del Liceo Donald McIntyre donde asisten sus hijos.

Javier está enterado de la crisis medioambiental desde las RRSS como Facebook y por canales noticieros como Chilevisión, lo que le causa mucha preocupación por el futuro de sus hijos. Él tiene la intención de que sus hijos sean agentes de cambio e intenta fomentar la educación medioambiental de ellos lo más posible, aunque él mismo no tuvo ningún tipo de educación medioambiental en sus años escolares. El recuerda que en su infancia y adolescencia la producción de las cosas era mucho más lenta y sustentable por la ausencia de tanto envase plástico, recuerda las compras a granel de aceite y sal y mira con nostalgia el pasado y con un sentido crítico del presente y el futuro en cuanto a la crisis ambiental, pero al mismo tiempo siente que no se puede volver al pasado.

Existe mucho tiempo dentro de casa en el cual sus hijos utilizan la tecnología digital para entretenerse y no hay servicios de esparcimiento y entretenimiento público para actividades familiares, esto es muy distinto de la realidad que Javier vivió en su infancia y región de origen, donde los espacios públicos y privados de esparcimiento abundaban.



Figura 44. Registro ciudadano de Puerto Williams  
Colaboración anónima

**Motivaciones:** Aprender a actuar para contrarrestar la crisis medioambiental y así poder dar el ejemplo a sus hijos y generar rutinas más sustentables en familia. Que sus hijos aprendan a cuidar el medioambiente para que ellos vivan en un mundo más sostenible. Que ellos aprendan a respetar y que sean conscientes de sus acciones para que así el cambio climático no les afecte en el futuro.

**Dolores:** Preocupación por el cambio climático para el futuro de sus hijos, ven un panorama complicado en cuanto a la contaminación de todo tipo y la sobreproducción. Le hacen falta servicios de esparcimiento para entretener a sus hijos con algo más allá de las pantallas.

**Necesidades:** Sacar a sus hijos de la sobre exposición e hiper conexión tecnológica con actividades al aire libre o ambientes cerrados que los conecten con la protección y cuidado de la naturaleza en donde puedan poner en acción su motivación por generar un cambio.

**Docentes:** Ángela, 46 años

Ángela es docente del Liceo Donald McIntyre desde que llegó con su familia por el trabajo de marido que es marino hace 5 años. Es docente de ciencia formada en la Universidad de Concepción. En el Liceo, todos los profesores deben integrar los contenidos del calendario medioambiental de forma transversal a todas las materias para mantener el sello de excelencia medioambiental que obtuvieron el año 2020, por lo que cada profesor está en contacto con la temática ecológica. Además de esto, a Ángela la nombraron encargada del medioambiente en el Liceo hace 2 años por lo que ella ha tenido que estar a cargo junto a su compañera de invitar a la comunidad del liceo a ser partícipes de las actividades medioambientales que ellas van realizando. Cuando Ángela aceptó el rol de encargada del medioambiente ella detectó un grupo de personas que tenían mucha motivación y energía para participar en las actividades por lo que se creó el equipo de los “Forjadores Ambientales”.

Los hijos y marido de Ángela son integrantes activos de este grupo y siempre están presentes en las charlas y actividades que se van creando. Cada año el calendario medioambiental se va haciendo más exigente y Ángela tiene la constante preocupación de perder el sello de excelencia que se han esforzado tanto en mantener.

Ella cree que lo pueden perder ya que las actividades que hacen generalmente se basan en charlas o clases teóricas de prácticas que aportan al medioambiente y queda poco espacio para la acción ambiental. La última vez que hicieron una actividad de reciclaje de plástico con ecoladrillos hechos por los alumnos e integrantes de los forjadores, terminó en la demolición de este muro ya que no era funcional y la municipalidad decidió remodelar el área donde se encontraba.

Ángela siente que les hace falta formación específica en áreas de reciclaje y sobre todo en actividades prácticas que les permitan llevar a cabo la acción. Siente que les falta autonomía con respecto al Municipio para manejar los residuos escolares y gestionar acciones concretas medioambientales. Esto le produce un cargo de conciencia ya que es ella quien tiene el rol de encargada del área ecológica en el Liceo y siente que a veces se le va de las manos lo que pueden o no hacer al respecto.

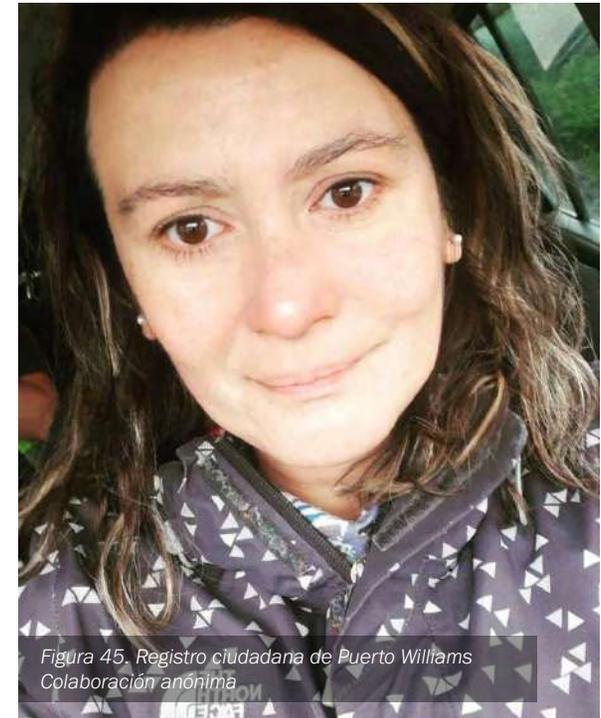


Figura 45. Registro ciudadana de Puerto Williams  
Colaboración anónima

**Motivaciones:** Llevar al estudiante por un camino donde sea capaz de valorar el medioambiente y reconocer su importancia. Que los alumnos, incluyendo a sus hijos, consideren al planeta como su hogar y que al respetar su hogar puedan sentir como se respetan a ellos mismos. Generar conciencia y un cambio para el cuidado y conservación del ecosistema de Puerto Williams.

**Dolores:** Llevar la teoría a la acción en cuanto al reciclaje, la reutilización y la revalorización de materiales. Siente que sus acciones cotidianas a veces se contradicen con el mensaje que como docente debe entregar en el contexto de la educación medioambiental.

**Necesidades:** Acciones didácticas para el aprendizaje más que charlas y cátedras teóricas. Contar con formación y materiales para aplicar el conocimiento y las prácticas ecológicas.

## Diagrama de relación entre arquetipos

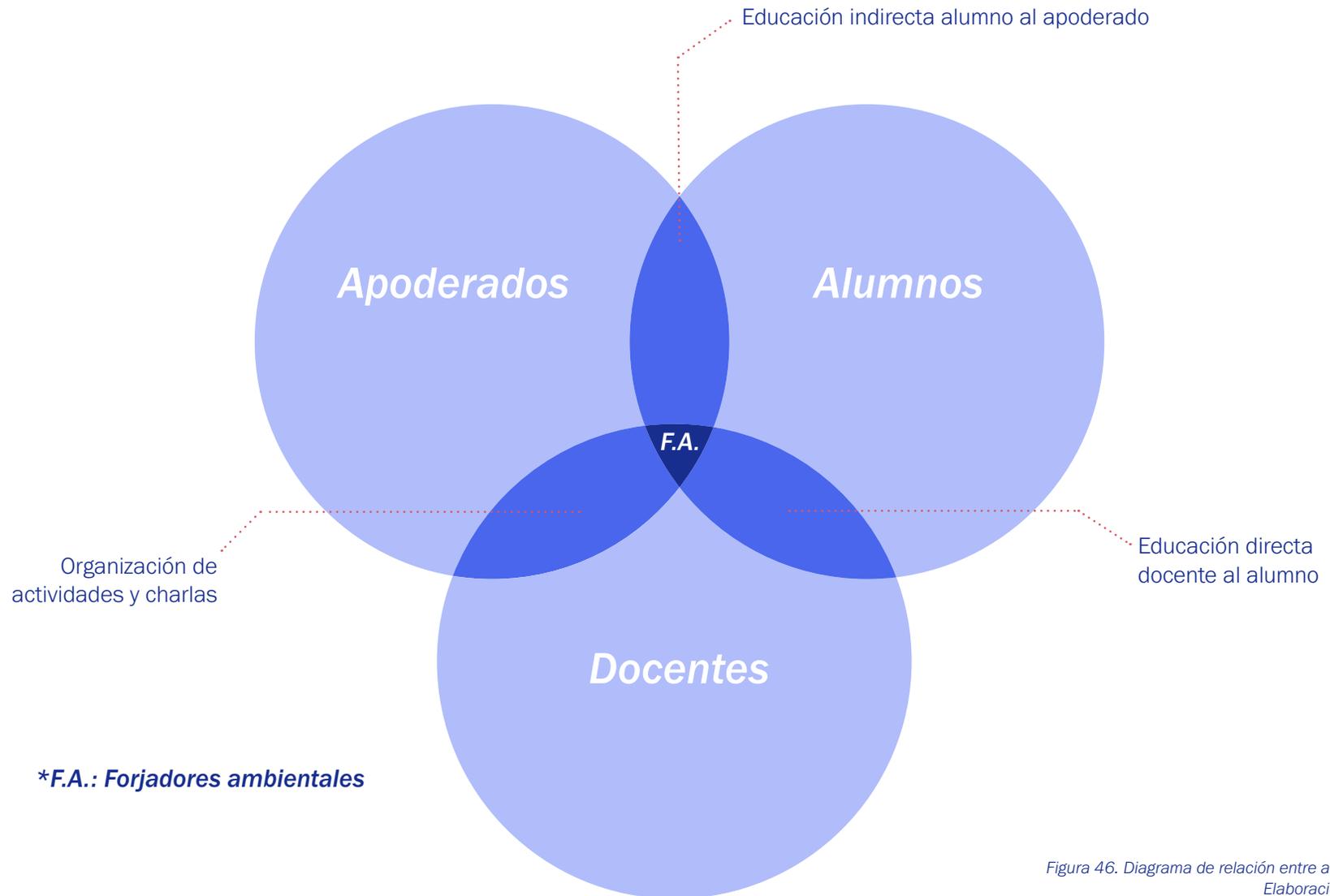


Figura 46. Diagrama de relación entre arquetipos  
Elaboración propia



Figura 47. Registro de Encargadas del medioambiente

Recopilación de imágenes y difusión de actividades de Forjadores Ambientales en base a el sello ambiental y el sello cultural enviadas por Gabriela Ampuero



1.4

## Estado del arte

## Precious Plastic

Eindhoven, Países Bajos.



Figura 48. Preciousplastic

Precious Plastic es una red de personas, máquinas, plataformas y conocimientos para crear un sistema de reciclaje global alternativo. Su existencia se basa en reducir los residuos de plástico impulsando la revalorización de este material. Esto se consigue a través de diferentes proyectos que se centran tanto en el reciclaje de productos plásticos existentes, la creación de biomateriales, e incluso el diseño de soluciones para un estilo de vida libre de residuos. Proporcionan planos y manuales de construcción de diferentes máquinas para ayudar a mejorar el problema, y están disponibles de forma gratuita para que cada vez más personas en todo el mundo puedan colaborar para reducir la contaminación por plástico.

La soluciones que se plantean en la comunidad de precious plastic cuentan con que las personas son un elemento clave para arreglar el desorden del plástico dando pequeños pasos multiplicado por millones en distintas partes del mundo.

<https://preciousplastic.com/>

## Sonrisa Circular Soprole

Santiago, Chile

Al igual que Precious Plastic Soprole comprendió la problemática del plástico y creó el programa Sonrisa Circular el cual busca plantear una solución integral a la gestión de residuos plásticos que genera esta industria de lácteos. Se determinaron tres líneas de acción para cumplir con la debida reutilización del material.

1. Implementar puntos limpios para recolectar los “desechos” plásticos.
2. Entregar nuevas alternativas de reutilización y reciclaje para posibilitar su valorización.
3. Fomentar la economía circular utilizando este plástico como insumo para la fabricación de bandejas transportadoras de productos.

Se trata de un proyecto amplio y colaborativo, debido a que la empresa convocó a diferentes expertos para apoyarlos en esta iniciativa.

“El escenario de reciclaje en Chile hasta ahora no es muy alentador, se genera un volumen de residuos relevante del cual sólo el 1% se recicla. Por eso, como compañía entendemos más que nunca la necesidad de actuar. Durante años buscamos diferentes soluciones para reciclar nuestros envases, pero hoy entendemos que sólo a partir de un esfuerzo colaborativo es posible ser agentes de cambio. Esa es nuestra forma de hacernos cargo: buscar la ayuda de expertos, para articular y avanzar en una propuesta real y sostenible”, señala Sebastián Tagle, gerente general de Soprole.



Figura 49. Soprole.cl

En conjunto con TriCiclos y Revalora se han inaugurado treinta puntos limpios de tarros de yoghurt y postres de cualquier marca de la industria.



Figura 50. Soprole.cl

**TriCiclos:** Empresa tipo B la cual se encarga de diseñar e implementar soluciones para eliminar el concepto de basura. Esto lo hacen a través de la ingeniería de economía circular para prevenir y frenar la generación de residuos, garantizando un destino lo más circular posible. Recorren toda la cadena de producción, consumo, manejo de materiales e incluso en el ámbito público y académico.

**Revalora:** Fundación ONG sin fines de lucro la cual tiene como misión principal la educación medioambiental y el reciclaje sostenible del plástico. Esto lo llevan a cabo con la fabricación de ecomadera en base a plástico reciclado en su totalidad. Es así como fomentan la economía circular del país y la aprovechan para el mejoramiento de espacios vulnerables.

Por último este programa contempla el retiro a domicilio de los plásticos dentro de la Región Metropolitana. Esto es gracias a la administración de Recológico quienes se encargan de contactar con las personas interesadas en donar plástico y posteriormente ir a su dirección a buscarlo. (“Soprole Sonrisa Circular”, 2021)

“De esta manera, podemos contribuir en forma más consistente al cuidado del medio ambiente, siendo pioneros en materia de reciclaje, acercando a las personas al reciclaje y asumiendo el desafío de disminuir los residuos que genera la industria de la que formamos parte. **Recológico** es una empresa familiar admirable, que ha generado un modelo que le permite hoy retirar gratuitamente residuos en más de 70 mil hogares de la RM”

comenta Sebastián Tagle

1.5

## Antecedentes y referentes



## Antecedentes



Adoquines de plástico reciclado y arena, Gjenge Makers Ltd. 2020

*Nzambi Matee - Kenia*

La emprendedora, inventora y fundadora de Gjenge Makers, ideó una forma de reciclar plástico, mezclarlo con arena y crear ladrillos más fuertes y resistentes que el concreto. Su empresa, se fundó después de desarrollar un prototipo de máquina que convierte desechos plásticos en adoquines. Un día en la fábrica es igual a 1.500 dólares de adoquines de plástico batidos, no sólo por la calidad sino también por el precio asequible. Las innovaciones de Nzambi Matee en la construcción resaltan las oportunidades económicas y ambientales a medida que pasamos de una economía lineal en la que los productos se desechan una vez que se usan, a una economía circular en la que los productos y los materiales permanecen en el sistema el mayor tiempo posible.

**Cualidad rescatada:** Utilización y revalorización de material plástico a bajo costo.

Fuente: [www.designboom.com](http://www.designboom.com)



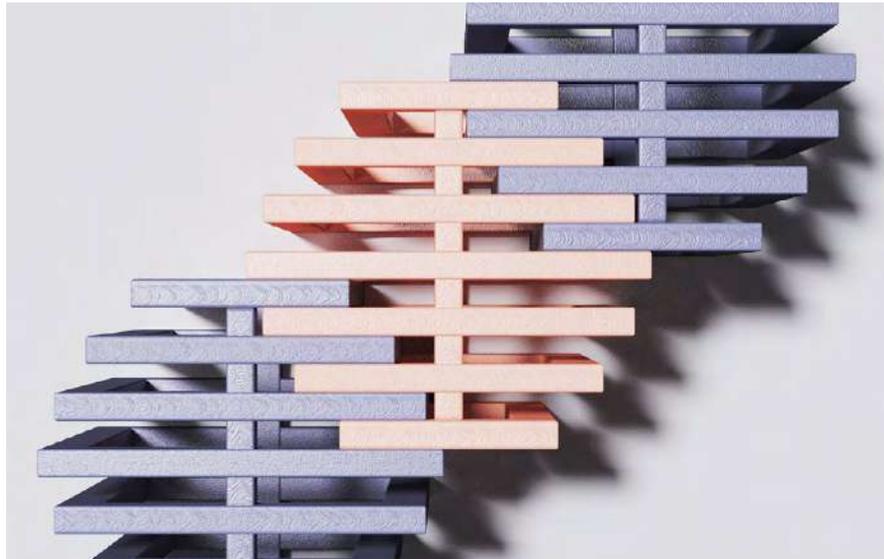
Byblock, 2020

*Empresa Byfusion Global Inc. - Estados Unidos*

Byfusion es una startup con sede en Los Ángeles que trabaja para abordar el creciente problema de la contaminación plástica en el océano. Con ese fin, la empresa ha desarrollado un sistema de barrera patentado que convierte los desechos plásticos en un material de construcción de alto rendimiento llamado "byblock" que no se agrieta ni se astilla como los bloques de construcción normales. byblock permite a las comunidades, empresas y gobiernos aprovechar al máximo sus desechos plásticos mientras limpian el planeta. Los Byblocks están fabricados íntegramente con plásticos reciclables y no reciclables. Byfusion tiene como objetivo reciclar 100 millones de toneladas de plástico para 2030.

**Cualidad rescatada:** Investigación sobre la resistencia del material y comparación con el concreto.

Fuente: [www.designboom.com](http://www.designboom.com)



Recycled Plastic Series, 2020

*Lucas Couto - Washington, Estados Unidos.*

Este proyecto se trata de una colaboración con Precious Plastic para diseñar en base las máquinas de Precious Plastic y los productos brutos que se crean a partir de estas. Se diseñaron tres objetos por máquina, en el caso de la extrusora de vigas (la cual se encuentra actualmente en Puerto Williams), se desarrolló una propuesta de taburete.

**Cualidad rescatada:** Utilización de barras de manera versátil para la construcción de otros elementos, objetos o figuras. Acople modular que queda abierto a diferentes objetos.

Fuente: [www.behance.net](http://www.behance.net)



Pisotapitas, 2008

*Francisco Ribero @designnotrash - Chile.*

Es un mosaico producido a partir de la recontextualización de tapas plásticas. La misión es prolongar el ciclo de vida de este material que abunda en los residuos sólidos municipales y propiciar una opción consciente para revestimientos de pisos, paredes y espacios en general.

**Cualidad rescatada:** Utilización de tapas plásticas no procesadas como revestimiento recontextualizando el material como decoración.

Fuente: [www.pisotapitas.com](http://www.pisotapitas.com)

## Referentes



JENGA OCEAN, 2015

*Robert Grebler, Estados Unidos*

Un juego que utiliza redes de pesca completamente desechadas. Cada juego de ladrillos de juego Jenga Ocean está hecho de más de veinticinco pies cuadrados de redes de pesca recicladas. El uso de este material reciclado ayudará a reducir la acumulación continua de redes de pesca de plástico en el océano, lo que ayudará a proteger la vida marina y los ecosistemas marinos. Utilizando el diseño de bloques de animales marinos en peligro de extinción, se anima a los jugadores a “salvar a los animales” a través de las reglas de esta edición especial. Al comprender los efectos devastadores de las redes de pesca desechadas, los jugadores aprenderán cómo dañan a los animales marinos y qué pueden hacer para ayudar.

**Cualidad rescatada:** Dinámica que valida la motivación y ganas de aportar de las personas al medio ambiente, encauza la necesidad de hacer algo al respecto y fomenta la acción.

Fuente: [www.bureo.co](http://www.bureo.co)



Sea Chair, 2014

*Studio Swine - Londres, Inglaterra*

Se recogió el plástico de la orilla de la playa de Cornwall con máquinas de fabricación propia y se convirtió en sillas. Este proyecto fue progresando y creciendo, se construyó una nueva máquina: una extrusora de plástico que funde el plástico en el mar sólo con la energía del sol, formando una impresora 3D que se puede utilizar tanto en el mar como en tierra, lejos de cualquier fuente de energía externa y donde existe basura de plástico sin instalaciones para reciclarlos.

**Cualidad rescatada:** Fabricación local con material plástico en desuso dentro del mismo barco pesquero.

Fuente: [www.kickstarter.com](http://www.kickstarter.com)



**Unito, 2021**

*Riel Bessai @riel.design - Delft, Holanda*

Es una arquitectura de sistema modular que puede utilizarse para construir objetos funcionales que almacenan CO2. Consiste en unidades construidas con bio-HDPE de carbono negativo. Cada unidad contiene 1 kg de carbono orgánico derivado de 3 kg de CO2 atmosférico. Las unidades se unen mediante una familia de conectores para crear productos.

**Cualidad rescatada:** Modularidad y versatilidad de construcción.

Fuente: [www.rielbessai.net](http://www.rielbessai.net)



**Paperbricks, 2016**

*WooJai Lee, Eindhoven*

Ladrillos para construir muebles creados en base a pulpa de papel de diario mezclados con cola fría y prensados en un molde. La forma de los ladrillos se eligió para minimizar el uso de material, minimizar la deformación y maximizar la resistencia. Estos pueden cortarse, taladrarse y pegarse de la misma forma que la madera además de que tienen encajes para unirse entre sí. El diseñador también está explorando las posibilidades de desarrollar los PaperBricks para utilizarlos como paneles de pared o separadores de ambientes.

**Cualidad rescatada:** Exploración del material hasta llegar al punto de tener propiedades similares a la madera y poder darle ese uso.

Fuente: [www.ambientesdigital.com](http://www.ambientesdigital.com)



Planeta Fénix, 2021

*Santiago, Chile*

Diseñan y fabrican en Chile productos de plástico reciclado para niños y niñas. Buscan masificar la economía circular generando productos con plástico post-consumo y post industrial. Es así como revalorizan el material plástico y lo posicionan como material noble para desacoplar el modelo de negocios del uso de materiales 100% vírgenes.

**Cualidad rescatada:** Visión y posicionamiento sobre el plástico reciclado como material noble.

Fuente: [www.planetafenix.cl](http://www.planetafenix.cl)





2.1

# Formulación del proyecto

## Formulación del proyecto

Considerando las condiciones de insularidad y difícil acceso de Puerto Williams, en un momento previo a grandes impactos de carga territorial en la zona, se presenta la oportunidad de proponer una alternativa sostenible para la gestión de residuos plásticos para su revalorización como materia prima de construcción de mobiliario.

### Qué

Módulos de plástico reciclado versátil que permiten distintas combinaciones para estructurar elementos de mobiliario comunitario

### ¿Por qué?

Porque la acumulación de residuos plásticos en Puerto Williams y sus alrededores está incrementando considerablemente, siendo esta ciudad parte de la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos. El material plástico que está entrando a la isla no vuelve, generando así una acumulación de residuos que se degradan en mínimo 150 años. Sumado a lo anterior existe el interés de diversos actores claves en el territorio por cuidar la zona y tomar acciones ambientales que colaboren en reducir el impacto negativo de residuos plásticos.

### Para qué:

Para fomentar la revalorización consciente de los materiales plásticos en los ciudadanos y así colaborar en gestionar adecuadamente los residuos plásticos a fin de proteger el valor natural que posee Puerto Williams.

## Objetivos

**Objetivo general** ..... Propiciar acciones comunitarias concretas con respecto a la valorización de residuos plásticos mediante el reciclaje de residuos de este material, en el contexto de la Comunidad del Liceo de Puerto Williams.

### Objetivos específicos

- 1 **Identificar** las problemáticas clave en la gestión de residuos plásticos tomando como caso de estudio Isla Navarino de Puerto Williams. .... I.O.V: Identificación de las problemáticas claves en la gestión de residuos plásticos en Puerto Williams mediante la definición del problema oportunidad y el listado de requerimientos destilado del análisis de la revisión de literatura, entrevistas en terreno.
- 2 **Definir** dentro del contexto del caso de estudio los arquetipos de usuarios claves para la implementación de la propuesta. .... I.O.V: Definición de arquetipos de usuario con sus respectivas características, motivaciones, dolores y necesidades.
- 3 **Proponer** un módulo en plástico reciclado versátil que permite distintas combinaciones para estructurar elementos de mobiliario comunitario. .... I.O.V: Módulo prototipado en base a los requerimientos del usuario según la materialidad, acoplado y moldaje.
- 4 **Desarrollar** un programa de aplicación del proyecto a futuro según un modelo de negocios y sus variables a considerar dentro del contexto de una postulación a un fondo concursable. .... I.O.V: Crear un modelo de negocios canvas, justificando las variables destacables dentro del programa de divulgación, costos y proyecciones para completar la postulación.



2.2

## Proceso de diseño

## Metodología del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se tomó como base la metodología del doble diamante creada por Design Council (2006) y se luego se hizo una relación directa con cada uno de los cuatro objetivos específicos del proyecto. Este procedimiento consta gráficamente de un diagrama básico que describe las etapas divergentes y convergentes del diseño que en este caso es el de un producto. El desarrollo total de este proceso se divide en cuatro etapas donde se encuentran dos situaciones de ampliación y acotación de las ideas.

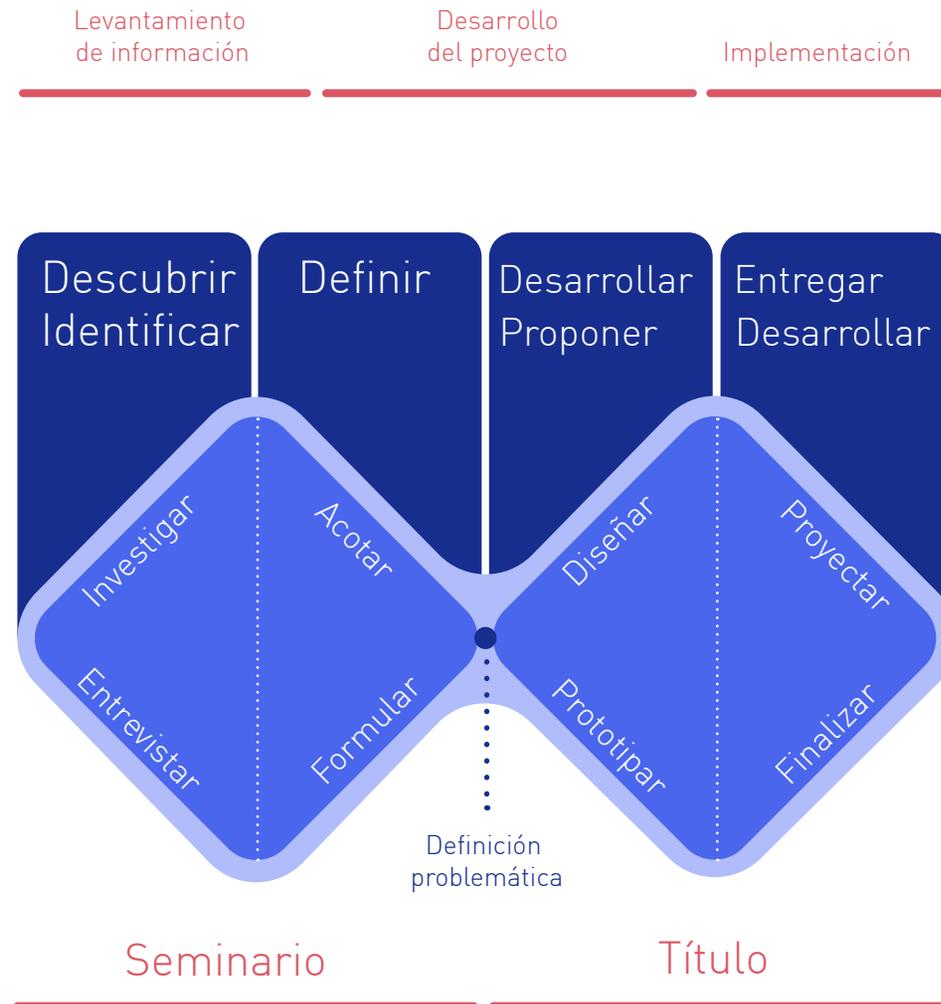


Figura 51. Elaboración propia a partir de Design Council, 2006

# 1

**La primera etapa es descubrir** (Discover), la cual consta de la apertura del primer diamante indicando el inicio del proyecto en donde se busca el sentido y dirección de este. Se identifican las problemáticas y las posibles soluciones. Es esta etapa la que se relaciona con el primer objetivo específico, Identificar las problemáticas clave en la gestión de residuos plásticos tomando como caso de estudio isla Navarino de Puerto Williams.



## Metas

Investigación de escritorio. Revisión bibliográfica.

Definición de conceptos. Definición de caso de estudio. Antecedentes y referentes.

Planteamiento del problema, marco teórico.

Trabajo de campo, entrevistas a usuarios y actores claves.

# 2

**La segunda es definir** (Define), en donde se cierra el primer diamante representando la definición de las ideas. Es aquí donde se busca dar sentido a todas las posibilidades reconocidas en la fase de descubrimiento y se evalúa qué es más importante, abarcable, factible etc. El objetivo es definir dentro del contexto del caso de estudio los arquetipos de usuarios claves para la implementación de la propuesta y resumir claramente qué es lo que enmarca el desafío de diseño.



## Metas

Definición de problemática y oportunidad de diseño

Formulación del proyecto (que, por qué, para que). Definición de contexto de implementación.

Mapa de actores, definición de arquetipos de usuario. Requerimientos de diseño

### 3

**Continuando con la tercera etapa de desarrollar** (Develop), la cual consiste en la apertura del segundo diamante, donde se marca un período de desarrollo proponiendo soluciones, prototipos, iteraciones. Este es el proceso de testeos que perfeccionan las ideas y refinan los resultados hasta llegar a la mejor solución según los requerimientos definidos en la etapa anterior. Es en esta etapa donde se propone un módulo de plástico reciclado versátil que permite distintas combinaciones para estructurar elementos de mobiliario comunitario.

#### **Metas**

Acercamiento a la reutilización del material

Diseño de posibilidades de solución

Croquis

Mock ups

Investigación de resistencia y extrusión del material

Prototipos varios

Experimentación con plástico reciclado

Molde

### 4

**Por último está el cierre del segundo diamante que corresponde a la etapa de Entregar** (Deliver), que es en donde se da por finalizado el producto exclusivamente para la entrega del proyecto, dejando abierta la posibilidad de editar, mejorar y seguir prototipando con el módulo y el molde correspondiente. Es en esta etapa donde se validan los resultados obtenidos del módulo de acuerdo al cumplimiento del listado de requerimientos de los usuarios.

#### **Metas**

Los módulos

Modelo de replicabilidad mediante manual de uso, posibilidades de armado e instructivo PDF.

Difusión

Desarrollo de modelo de negocios Business Canvas

Presentación de fondos concursables

Proyecciones

## Desarrollo del proyecto

### Acercamiento al material

**Dificultad:** Fácil

**Tiempo:** 47 minutos

**Precauciones:** Temperatura del plástico

#### Herramientas:

- Sandwichera Uffesa
- Papel Mantequilla
- 2 Tablas de Mdf
- Guantes de cocina de silicona
- Mascarilla

#### Composición:

- Polietileno de alta densidad PEAD o HDPE
- Polipropileno PP

**Producto final:** Bloque de plástico reciclado rojo

#### Observaciones:

- El plástico se derrite a bajas temperaturas y se enfría bastante rápido al sacar de la sandwichera por lo que el proceso de moldearlo debe ser eficiente y estar previamente preparado.

- Se deben superponer los objetos que se están derritiendo para una fusión más efectiva ya que el material plástico se encoge al derretirse por lo que se separan los elementos mientras van elevando su temperatura.

- Al ser derretido en una sandwichera (la cual está creada para no rostizar pan, queso o jamón) no emana olor ya que la temperatura no es tan elevada (140 °C) pero no se descarta que emanen gases tóxicos.

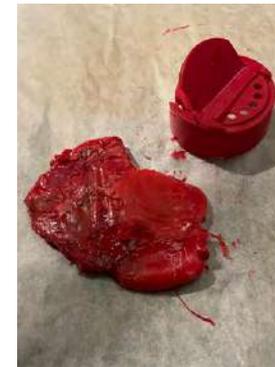
*\*Proceso en Anexo número 1*



1.



2.



3.



Figura 52. Acercamiento al material  
Elaboración propia

## Desarrollo del proyecto

### Acercamiento a las máquinas

Primer acercamiento a las máquinas y segundo acercamiento al material (capacitación)

**Dificultad:** Media

**Tiempo:** 1 hora de capacitación

**Precauciones:**

- Utilizar anteojos al usar la trituradora
- Utilizar mascarilla al derretir el plástico en la inyectora
- Utilizar guantes al inyectar plástico

**Herramientas:**

- Trituradora
- Inyectora
- Moldes de acero inoxidable
- Gramera
- Antojos
- Guantes
- Mascarilla

**Composición:**

- 200 gr. de tapas plásticas PP (5)

**Participantes:**

- Daryl Abarca(encargado de las máquinas, trabaja con plástico reciclado hace 2 años. Él realiza mantenimiento a las máquinas y es parte del equipo de diseñadores y técnicos que fabrica máquinas para otras regiones como la extrusora de Plastikotik en Puerto Williams.
- María José (Principiante en el reciclaje del plástico)

**Producto final:** 6 ganchos tipo mosquetones de plástico reciclado

**Observaciones:**

- El proceso fue más rápido de una hora pero Daryl debía explicar todo con mucho cuidado y dar conocimientos de posibles accidentes.
- Todo excedente se recicla igual, al limpiar las máquinas los residuos que quedan de esas limpiezas son parte de la materia prima por lo que nada del material se pierde.
- Se utilizan dos colores en las tapas ya que es así como se puede saber hasta qué punto la inyectora ha inyectado. Es una forma para saber cuánto material derretido ha pasado por la boquilla ya que no se sabe la cantidad y volumen exactos del plástico derretido. Con moldes utilizados previamente si se sabe por la experiencia.
- A veces la cantidad de plástico no es suficiente por lo que este material no llega a todas las esquinas del molde por lo que se vuelve a derretir y repetir el proceso.
- Mientras el plástico está caliente aún se pueden hacer leves ajustes en la forma, cortes de estructuras, (puentes) y es más maleable que cuando está frío.

*\*Proceso en Anexo número 2*

Referentes de registro de información: Calcáreo y Materiom.

Registro del proceso

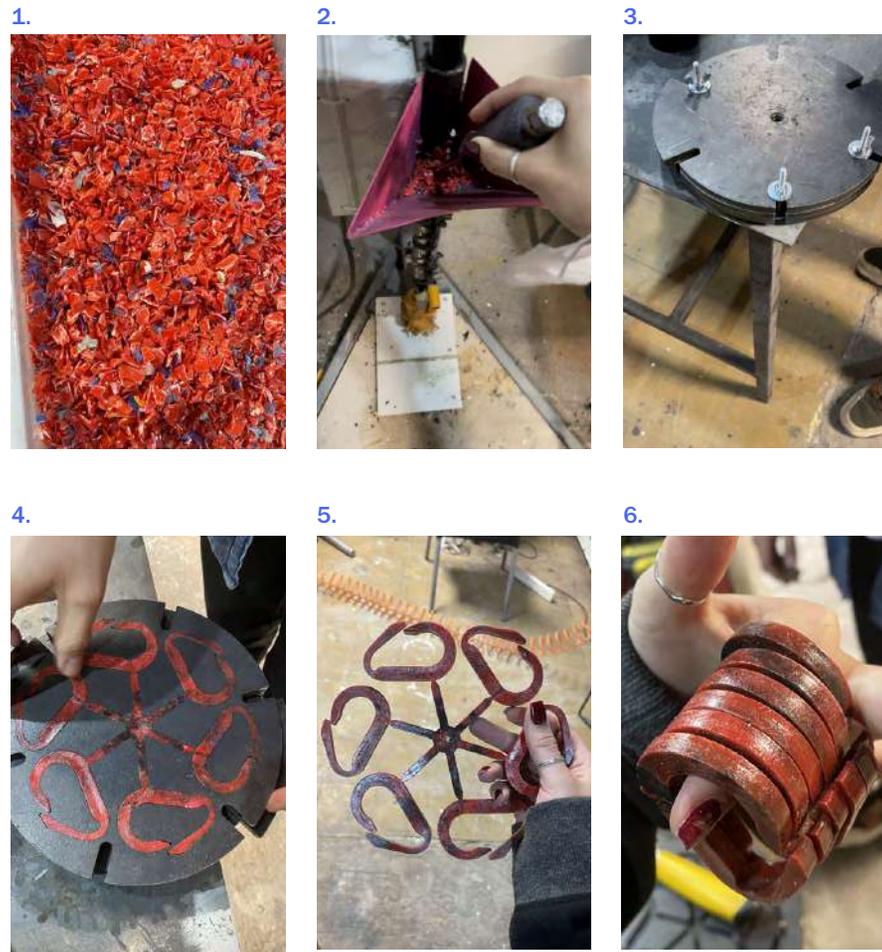


Figura 53. Acercamiento a las máquinas  
Elaboración propia

## Recolección de plástico y experiencia con Kyklos

La recolección del plástico ha sido transversal a lo largo del proceso y se hizo de dos formas, la primera fue una recolección paulatina de casa en casa en la comuna de Las Condes, Santiago. Se realizó un aviso por redes sociales de recolección de tapas y 7 familias aportaron con distintas cantidades de tapas y envases.

Y la segunda fue en Kyklos, empresa tipo B que trabaja para promover la cultura ambiental en distintas áreas y comunidades. Esta empresa nació el año 2012 con el fin de encontrar oportunidades de desarrollo social en temas ambientales a través de la cultura, cohesión e inclusión. Ofrecen programas de educación ambiental adecuados a escuelas, empresas, municipios y comunidades. Tienen un programa integral de gestión de residuos que incluye desde infraestructura hasta programas culturales, de gobernanza y de trazabilidad. Todo esto para reducir la “basura” de manera efectiva y concreta. Por último asesoran a otras empresas con el cumplimiento de la ley REP\*.

Las bodegas de Kyklos quedan en la comuna de Cerrillos y es ahí en donde tienen almacenadas cantidades industriales de tapas y envases. Se me regalaron 6 kilos aproximadamente de tapas y posteriormente se le hizo un breve recorrido por el nuevo taller de reciclaje el cual está equipado con todas las máquinas necesarias para la creación de objetos de plástico reciclado.

**Material recolectado:** 10 kilos de tapas aproximadamente

\*El año 2016 se promulgó la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor la cuál rige en Chile desde ese mismo año. Esta responsabiliza a los productores e importadores a financiar una correcta gestión de los residuos que generan los productos que son comercializados en el mercado nacional sean estos importados o de fabricación nacional. (“Ley REP”, 2016)



Figura 54. Plástico recolectado  
Elaboración propia

## Triturado de plástico recolectado



Figura 55. Trituradora Sinestesia, elaboración propia

El triturado también ha sido un factor transversal ya que estuvo presente en todo momento durante el proceso de diseño.

Se transportaban las tapas al taller de Sinestesia en la comuna de Providencia. Se debía utilizar el equipo de seguridad necesario el cuál era una máscara facial transparente para que si llegase a saltar algún pedazo de tapa no alcance el rostro ni mucho menos los ojos. La máquina se enchufa y luego se enciende, la tapa se cierra hasta el punto en donde caben las tapas y luego por ese espacio se sueltan las seis tapas de modo que caigan en las tenazas de la trituradora.

Se lanzan seis tapas del tamaño común de bebidas pero si son tapas más grandes se lanzan solas o con menos tapas.

Se trituraron separando las tapas por color.

**Horas de triturado:** 12 horas

**Cantidad de plástico triturado:** 8 kilos y 700 gramos

## Diseño del módulo

### Requerimientos del Usuario

Desde la propuesta de los tres arquetipos se pudieron detectar diferentes tipos de requerimientos desde cada uno que se dividen en tres categorías.

#### Funcionales

- El producto debe tener **versatilidad** en cuanto a sus posibilidades constructivas ya que existe una variedad de edades dentro del usuario para que así alumnos, apoderados y docentes puedan construir algo desde sus diferentes intereses educacionales, recreacionales o laborales.
- Debe ser económico en cuanto al uso de materia prima para agilizar el proceso de recolección y triturado además para que el producto sea liviano y así se ahorre energía y material.
- Debe ser **simple de armar, estable y resistente** a cargas medias.
- Debe mantener el centro de gravedad a medida que vaya tomando altura.
- Debe ser factible de producir en Puerto Williams en base a materiales accesibles.
- Debe ser **combinable con otros materiales estandarizados** como listones de madera y/o barras fabricadas en plastikotik.
- Su proceso debe ser una actividad de exterior e interior recreacional que **involucre a todos los actores** otorgando roles según las precauciones necesarias de cada actividad.



#### Emocionales

- La emoción que genera el producto debe ser **orgullo y satisfacción** de ser parte de un proceso de reciclaje y reutilización material, siendo ellos protagonistas del cuidado de su propio entorno, lo que también genera que el producto fortalezca el **sentido de pertenencia local y promueva la cercanía con la naturaleza.**

#### Comunicacionales

- Debe **manifestar y tangibilizar** la importancia de **sustituir los materiales** que comúnmente utilizamos para diseñar y construir, por material plástico reciclado, mediante un **proceso participativo** con la comunidad escolar, siendo esta partícipe activo de su creación.

## Diseño del módulo

### Antecedentes constructivos

Como primer acercamiento al diseño se seleccionaron diferentes referentes y antecedentes de producción de baja tecnología considerando la reinterpretación de los objetos y su materialidad. Se tomó en cuenta la fabricación local y la autosuficiencia de distintos proyectos para que pueda ser aplicado en el caso de estudio el cual está ubicado en un contexto de aislamiento.

Entre los conceptos rescatados de los **antecedentes y referentes** mencionados en el capítulo de levantamiento de información se encuentran:

- 1 - Utilización de barras de manera versátil para la construcción de otros elementos, objetos o figuras.
- 3 - Fabricación local con material plástico en desuso
- 4 - Modularidad y versatilidad de construcción.



Lucas Couto, 2020



Riel Bessai, 2021

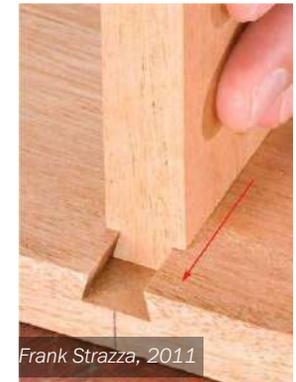


Nzambi Matee, 2020

Figura 56. Registro antecedente constructivos



Sika Expert, 2019



Frank Strazza, 2011



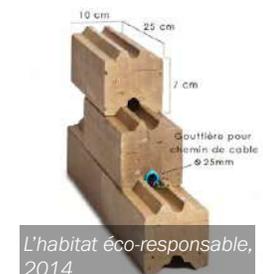
Minimaterials, 2022



Pabla Talavera, 2021



Renate Vos, 2016



L'habitat éco-responsable, 2014



Nelson Mendez, 2018



Naturel21, 2020

## Diseño del módulo

### Croquis 2D

Se hizo una selección de croquis tomando como determinante el sentido común, contenidos específicos del libro “Dibujo para diseñadores de producto” de Kevin Henry, Contenidos de la clase de Design Sketching del profesor Alberto Gonzáles de la Facultad de Diseño, los requerimientos del usuario, antecedentes y referentes y algunos consejos de integrantes del taller Sinestesia, Joaquín Gonzáles y Daryl Abarca quienes en mayo de este año crearon un molde prototipo para un ladrillo industrial de plástico reciclado para Kyklos.

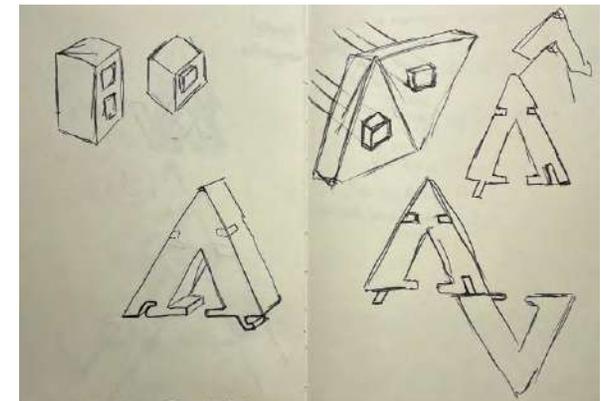
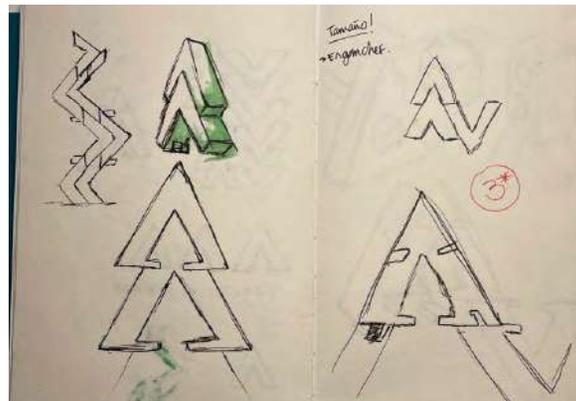
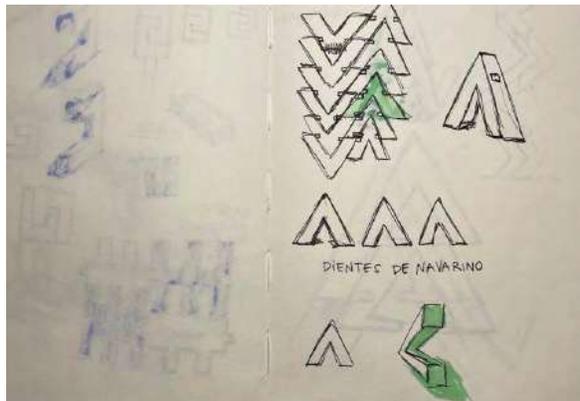
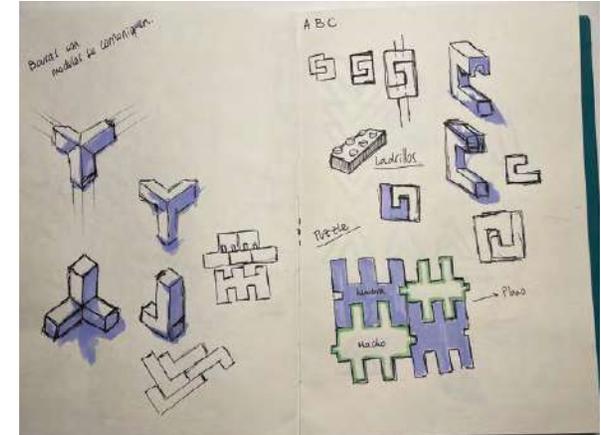
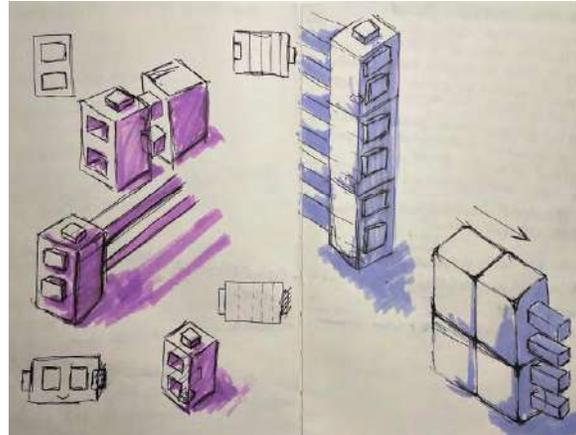
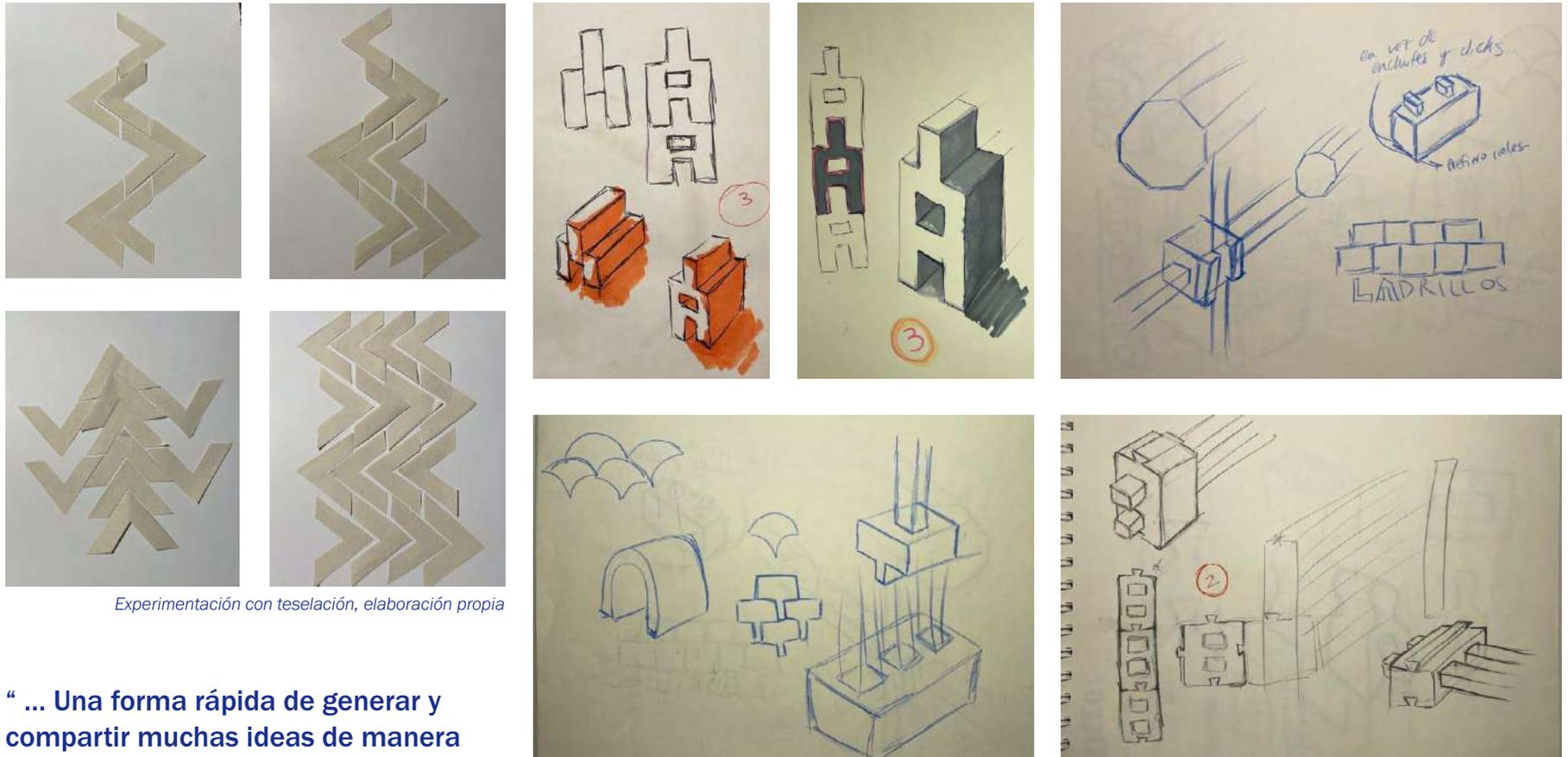


Figura 57. Croquis, elaboración propia

**“Los bocetos sirven para amplificar la imaginación del diseñador y ayudar a la limitada capacidad de la memoria activa”**

Psicóloga Bárbara Tversky

Registro del proceso



Experimentación con teselación, elaboración propia

“ ... Una forma rápida de generar y compartir muchas ideas de manera que tales ideas generan más ideas...”

Bill Buxton, director científico de Microsoft

Figura 58. Croquis, elaboración propia

Registro del proceso

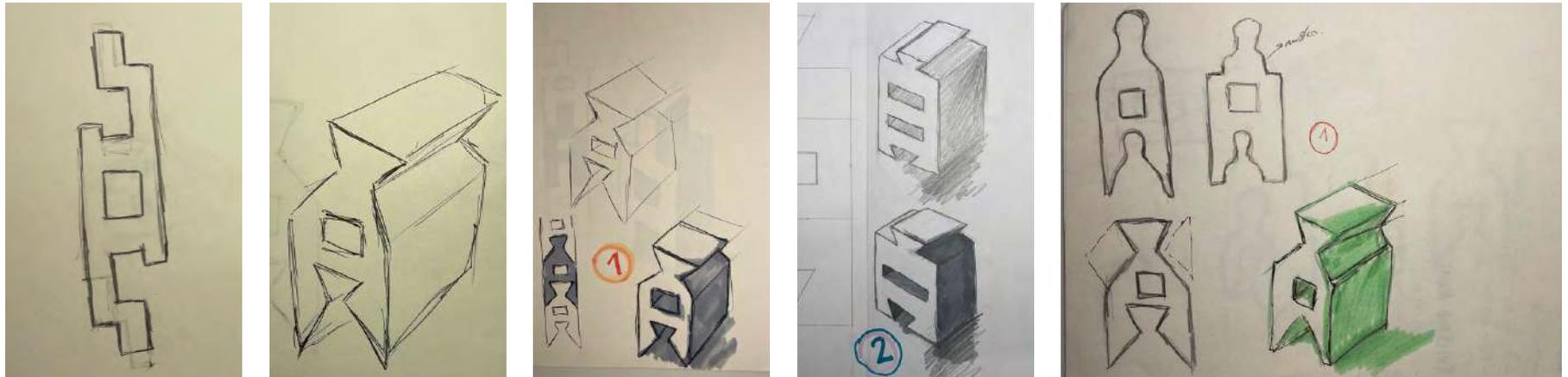
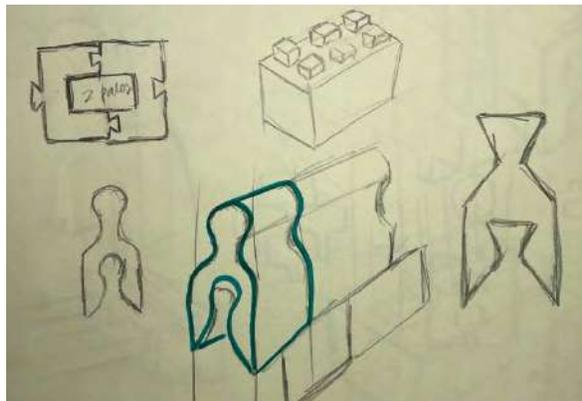


Figura 59. Croquis, elaboración propia



**El coloreado del boceto añade un nivel de detalle que puede ser útil para tomar decisiones de la dirección correcta. Incluso en la etapa preliminar del boceto, un mínimo de color puede ayudar a comunicar forma y materialidad.**

Kevin Henry

Registro del proceso

**“Las investigaciones de la ciencia cognitiva confirman que el posicionamiento de un objeto (o de un boceto) de manera que muestre claramente las interconexiones entre sus diversas partes es esencial para su reconocimiento, he ahí la importancia de las perspectivas e isométricas”**

Kevin Henry

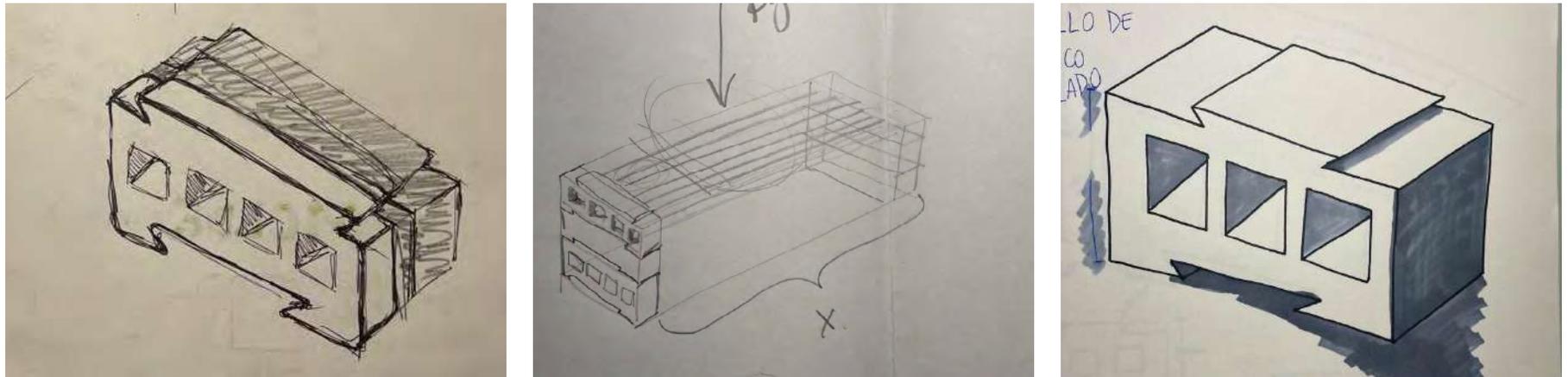


Figura 60. Croquis, elaboración propia

## Diseño del módulo

Modelado en Fusion 360

Se realizaron diferentes modelos 3D en el programa Fusion 360 para visualizar la forma, tamaño y relación entre módulos y barras.

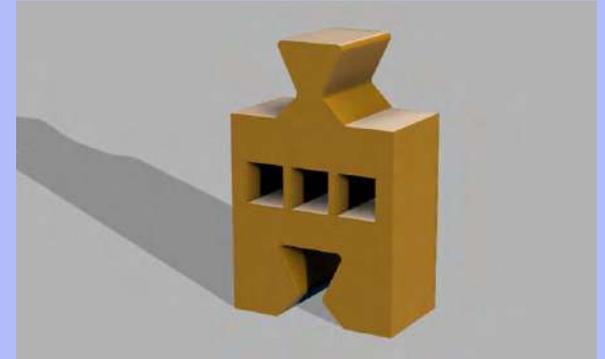
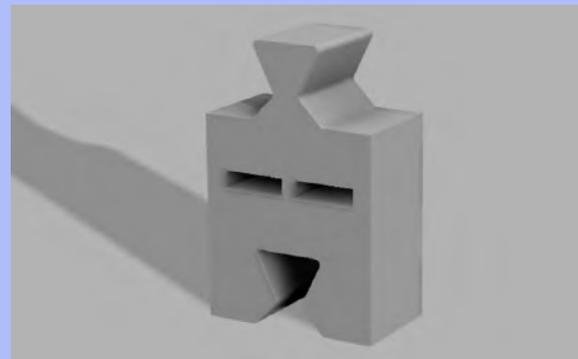
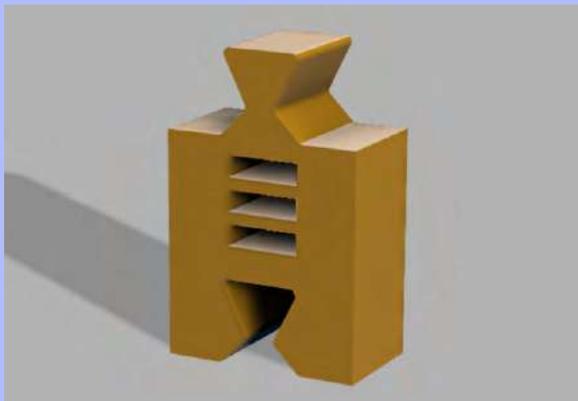
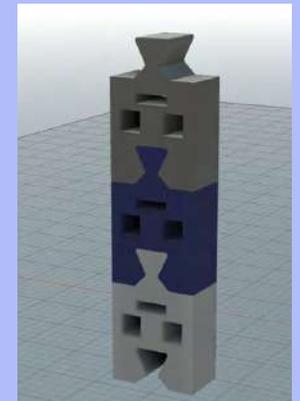
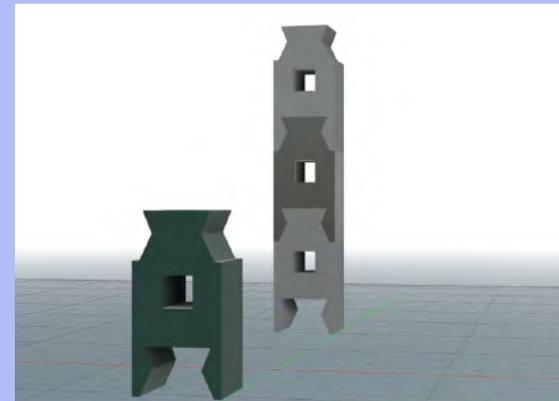
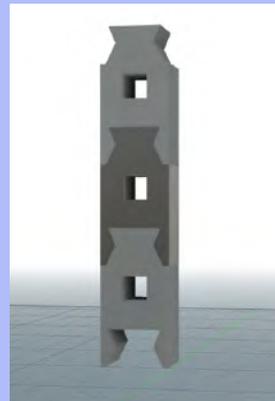
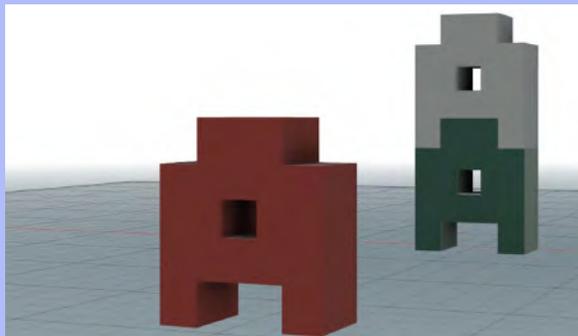


Figura 61. Pruebas en Fusion 360, elaboración propia

“Concebir el diseño asistido por computadora como una tecnología completamente nueva equivale a ignorar la estrecha conexión entre las dos maneras de dibujar”

Kevin Henry

Registro del proceso

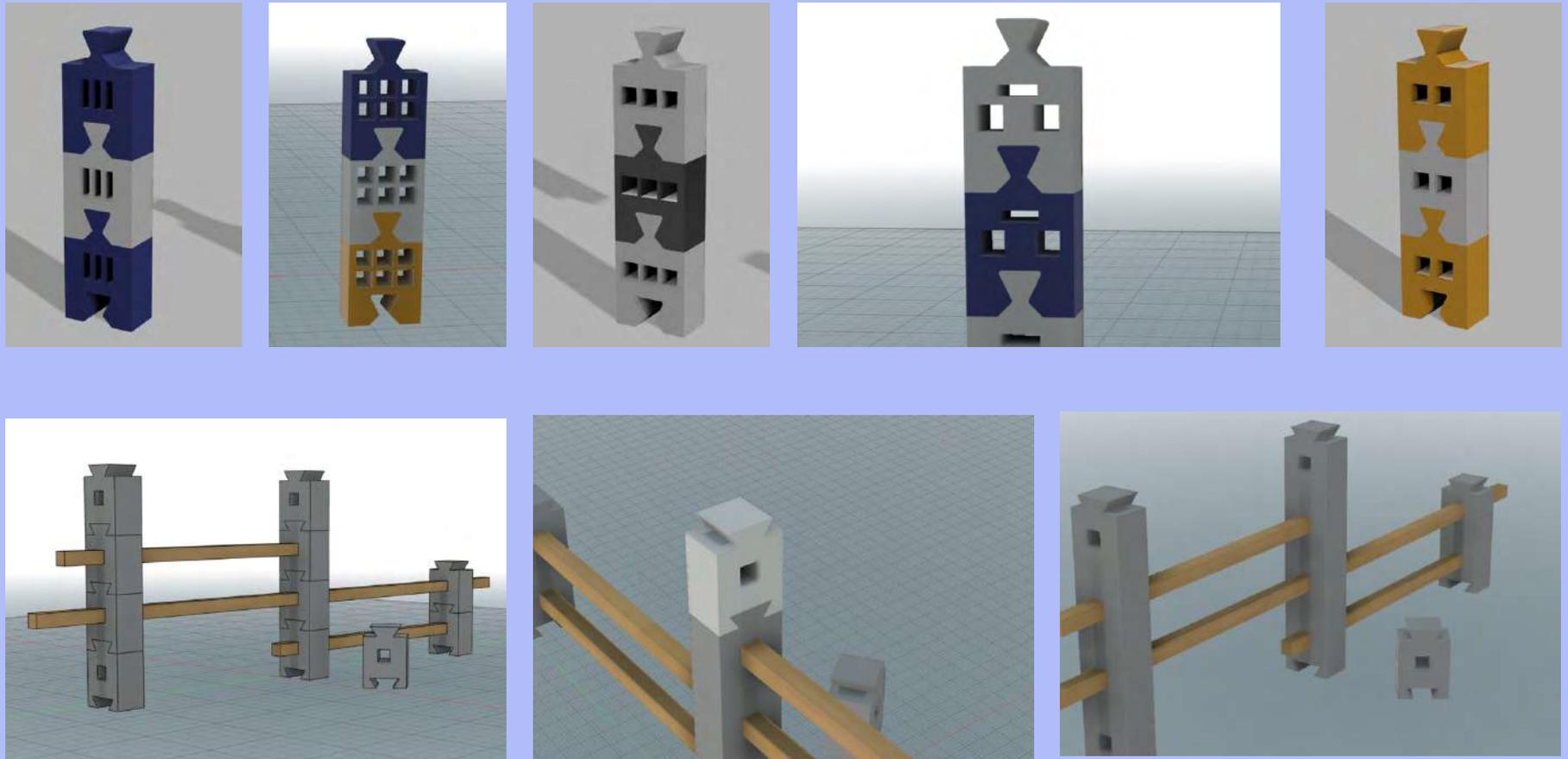


Figura 62. Pruebas en Fusion 360, elaboración propia

## Diseño del módulo

Prototipo de papel (tamaño y forma del módulo)

Se realizó un modelo del módulo horizontal en tamaño real para prototipar proporción del tamaño y la relación con la mano. Se le presentó vía online este modelo a las encargadas del medio ambiente del Liceo para ver si el tamaño y la forma se adecuaban a las manos de todos los integrantes de los forjadores ambientales, grandes, medianas y pequeñas. Ellas comentaron que al pasarles un objeto de un tamaño y forma similar, una caja de dominó, los más pequeños tenían ciertos problemas con el peso pero trataban de no demostrarlo.

Se dejó la parte superior del modelo sin tapar para poder visualizar la extrusión interna del molde. (primer acercamiento a la extrusión)

Este modelo aportó en la forma en la que se presentaba la idea de construcción del módulo, molde y productos a futuro con el mismo módulo en discusiones con diseñadores del taller de Sinestesia, alumnos de Diseño e Ingeniería Civil de la Universidad Católica y con Pedro León, encargado de la metalurgia del Taller de herramientas de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos para la creación del molde en específico.

### Fidelidad al módulo real:

Baja fidelidad material

Alta fidelidad tamaño

Alta fidelidad forma

### Materiales:

- Block 180
- Masking tape



Figura 63. Prototipado en papel, elaboración propia

## Diseño del módulo

*Exploración con ladrillo ya creado de sinestesia en kyklos (extrusión)*

Al ir al taller de reciclaje de Kyklos se pudo ser testigo de un prototipo del ladrillo que Joaquín Gonzáles y Daryl Abarca habían diseñado, este quedó a la mitad ya que el molde de fierro estaba frío al conectarlo a la extrusora lo que hizo que el plástico se enfriara más rápido de lo normal por lo que quedó a mitad de camino sin llegar a todas las esquinas del molde.

Es así como se toma en consideración la temperatura del molde al unirlo a la extrusora ya que si está a una temperatura baja el plástico se solidificará más rápido de lo esperado. También se tomó en cuenta la opción de calentar el molde de fierro justo antes de la extrusión para que el plástico no pierda el calor y el molde pueda llegar a rellenarse por completo.

Otra variante nueva a examinar sería la extrusión misma dentro del molde, por donde escurriría el plástico sin que se generen burbujas o vacíos sin rellenar.

### Fidelidad al módulo real:

Alta fidelidad material

Nula fidelidad tamaño

Nula fidelidad forma



Figura 64. Exploración de Kyklos, elaboración propia

## Diseño del módulo

*Prototipo de cera de vela número 1 (desmolde y extrusión artesanal)*

**Producto:** Módulo de cera de vela de 900 gramos con un agujero interno

### Observaciones:

El módulo quedó atrapado en caja base por lo que esta debería ser desmontable también.

Piezas desmontables no pudieron salir por la presión entre la cera y las paredes de la caja

Se rompió el molde para retirar la cera de adentro y utilizar las piezas de nuevo

La contracción del material al enfriarse genera rechupe y lo mismo sucede en el plástico lo que es una variable a considerar.

*\*Proceso en anexo número 3*

### Fidelidad al módulo real:

Baja fidelidad material

Alta fidelidad tamaño

Media fidelidad forma

### Materiales:

3 kilos Cera de Soja blanca

Molde de madera con base, tapa y piezas interiores desmontables

Tornillos

Cola fría

Cera de piso líquida Alex

Scotch de embalaje

Olla para cera depilatoria

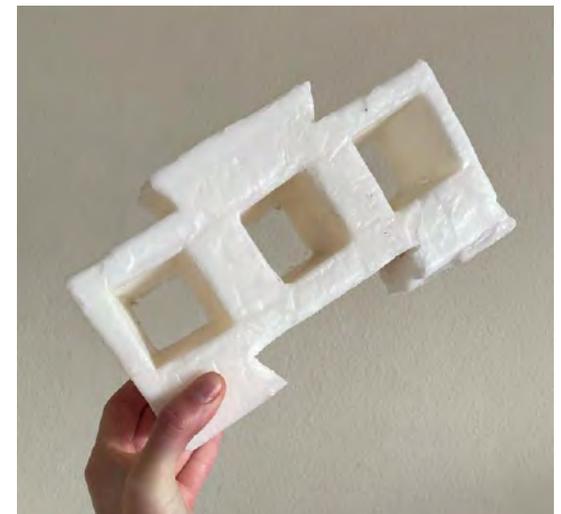
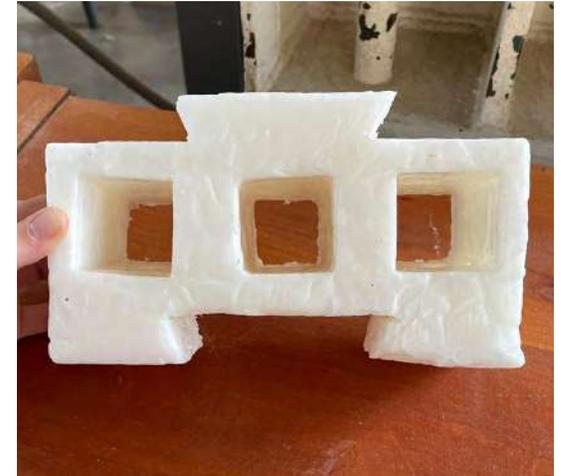


Figura 65. Prototipo de cera de vela, elaboración propia

Registro del proceso

1. Primer molde



2. Extrusión



3. Desmolde en casa



4. Desmolde en taller



5. Prototipo de cera



6. Rechupe



Figura 66. Proceso prototipo de cera de vela, elaboración propia

## Diseño del módulo

Prototipo de cera de vela número 2 (desmolde y extrusión artesanal)

**Producto:** Pedazos de módulo de cera de vela

### Observaciones:

El módulo quedó atrapado en la tapa por el scotch pero también podría ser por otra razón desconocida por lo que debería probarse de nuevo.

El marco de las paredes pudo desmontarse en poco tiempo gracias a revestimiento de aluminio en 2 de 4 paredes y base

Las paredes del módulo quedaron más lisas que el anterior y las esquinas quedaron rectas.

No hubo rastro del efecto del rechupe.

t

### Fidelidad al módulo real:

Baja fidelidad material

Alta fidelidad tamaño

Media fidelidad forma

### Materiales:

2 kilos de Cera de Soja blanca

Piezas del molde de madera utilizado en el prototipo pasado

Restos de aluminio de 1mm

Cera de piso en crema Brillina

Scotch de embalaje

Adhesivo de montaje Montack

Tornillos

Dos reglas metálicas



Figura 67. Prototipo 2 de cera de vela, elaboración propia

Registro del proceso

1. segundo molde bañado en cera de piso



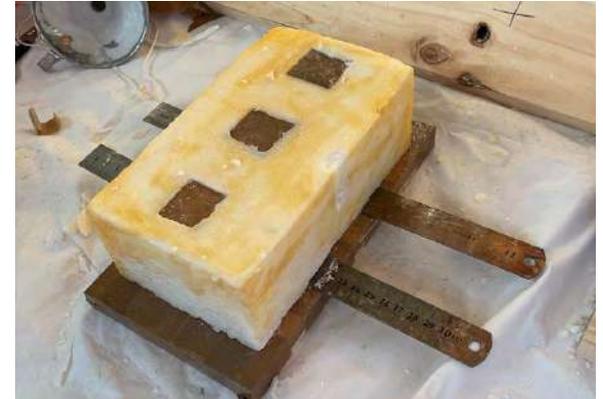
2. Extrusión



3. Desmolde en casa



4. Intento de desmolde de la tapa



5. Rupturas por fuerzas



6. Problema - Scotch pegado a la tapa e incrustado en la cera



7. Piezas finales



Figura 68. Proceso prototipo de cera de vela 2  
Elaboración propia

## Diseño del módulo

Prototipo de cera de vela número 3 (desmolde y extrusión artesanal)

**Producto:** Módulo de cera de soja sin parte inferior con tres agujeros con un peso de 800 gramos.

### Observaciones:

Se necesitan varias herramientas y personas para desmoldar la tapa lo que lo hace aparatoso y le agrega dificultad, lo que hace más aparatoso el proceso.

Se destacó la diferencia entre una extrusión y otra ya que en el intervalo de 40 minutos la cera comenzó a enfriarse dentro del molde por lo que generó una separación con el resto del módulo.

No hubo problema con las piezas desmontables y la cera permeó bien las esquinas.

No hubo rastro del efecto del rechupe.

*\*Proceso en anexo número 5*

### Fidelidad al módulo real:

Baja fidelidad material

Alta fidelidad tamaño

Media fidelidad forma

Materiales

2 kilos Cera de Soja blanca

Piezas del molde de madera utilizado en el prototipo pasado

Restos de aluminio de 1mm

Cera de piso en crema Brillina

Adhesivo de montaje Montack

Tornillos

Dos reglas metálicas

Diario

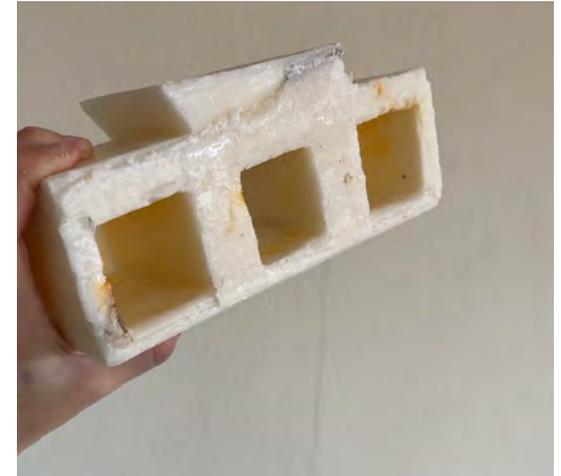


Figura 69. Prototipo 3 de cera de vela  
Elaboración propia

Registro del proceso

1. Tercer molde bañado en cera de piso internamente



2. Extrusión



3. Desmolde



4. Esquinas logradas



4. Línea de separación por extrusión pausada



6. Separación



7. Pieza final

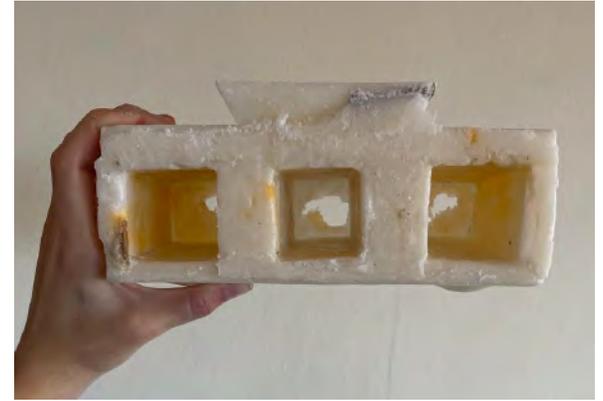


Figura 70. Proceso prototipo de cera de vela 3  
Elaboración propia

## Diseño del módulo

Prototipo en plástico Reciclado (aproximación a producto final)

**Producto:** Módulo de plástico reciclado con encajes irregulares con un peso de un kilo y 400 gramos

### Observaciones:

28 minutos no fueron suficientes para que el plástico permeara toda la forma del molde.

El aceite cumplió con hacer que el plástico no se pegara a la olla y pudo ser limpiada rápidamente.

El molde al estar frío aportó a una solidificación más rápida lo que produjo irregularidades en la forma.

al agregar después de 28 minutos más plástico, se marca la diferencia de derretimientos en el módulo.

Se imprimió el código de barra que había en una pared de zinc.

*\*Proceso en anexo número 6*

### Fidelidad al módulo real:

Alta fidelidad material

Alta fidelidad tamaño

Media fidelidad forma

### Materiales:

1 kilo y 400 gramos de plástico HDPE y PP de tapas grises y doradas triturado

Molde nuevo revestido en planchas de Zinc en su interior

Agorex

Tornillos

Olla

Espátula

Aceite



Figura 71. Prototipo de plástico reciclado  
Elaboración propia

Registro del proceso

1. Rebestimio de Zinc



2. Peso del material



3. Derretimiento en olla



4. 28 min después



5. Presión en molde



6. Se le agregan 500 gramos más



6. Resultado



7. Demarcación de separación del agregadot



Figura 72. Proceso prototipo de plástico reciclado  
Elaboración propia

## Diseño del módulo

Prototipo de MDF ( construcción de mobiliario)

**Producto:** Seis variaciones de estructuras con ladrillos y listones.

### Observaciones:

Los ladrillos demostraron ser endebles al generar estructuras más altas. Es necesario un pegamento externo para que estos puedan unirse de manera firme.

Debido al tiempo se generaron 6 formas, si se hubiera dedicado más tiempo existe la posibilidad de generar más.

Al pasarle los materiales a otra persona se lograron estructuras que no habían sido consideradas previamente.

*\*Proceso en anexo número 7*

### Fidelidad al módulo real:

Baja fidelidad material

Baja fidelidad tamaño

Alta fidelidad forma

### Materiales:

Ladrillos a escala de MDF

Palos de maqueta

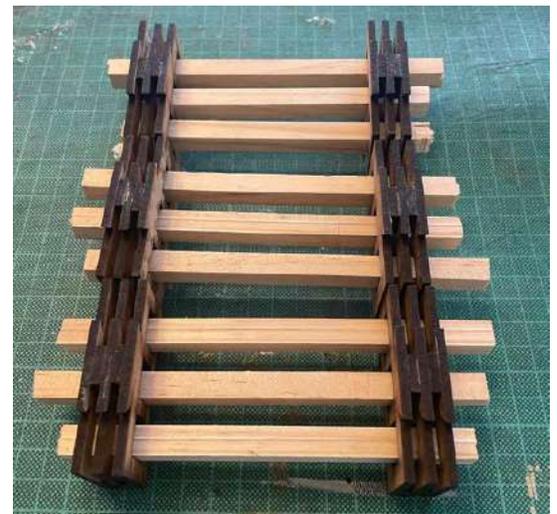


Figura 73. Prototipo de plástico reciclado  
Elaboración propia

Registro del pruebas

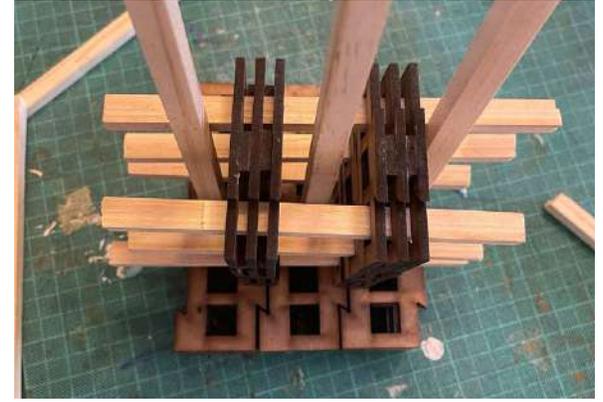
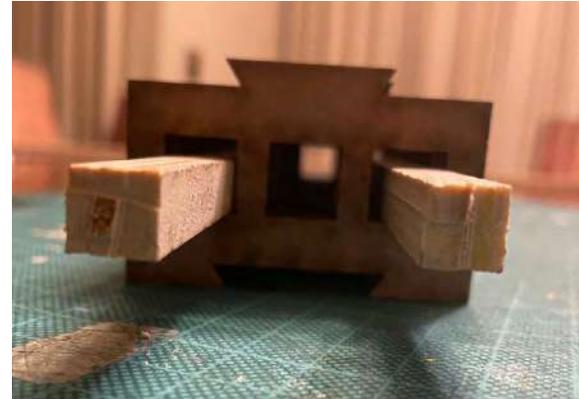
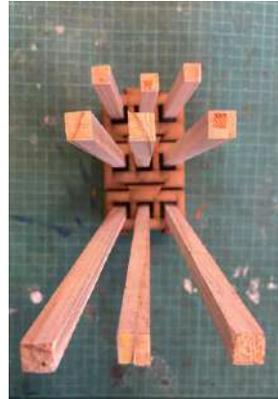


Figura 74. Pruebas prototipo deMDF y palos de maqueta  
Elaboración propia

## Diseño del módulo

Molde y su construcción

### Antecedentes de moldes



Figura 75. Molde de Kyklos, elaboración propia



Figura 76. Moldeweld, 2018



Figura 77. Molde de Kyklos, elaboración propia



Figura 78. Molde de Sinestesia para inyectora  
Elaboración propia

Croquis de molde de fierro

Se realizaron croquis de diferentes ideas de moldes metálicos considerando dobleces, cortes y soldaduras, para luego realizar la cotización de este trabajo.

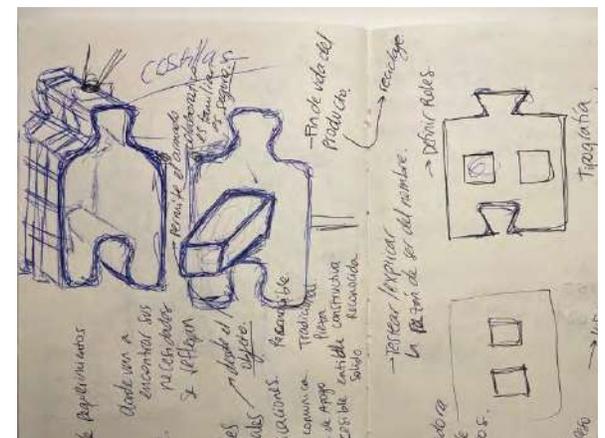
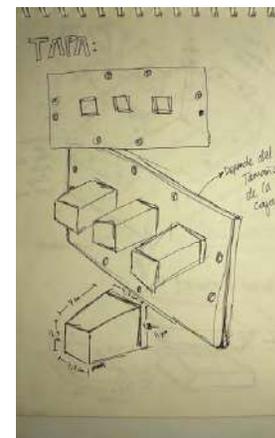
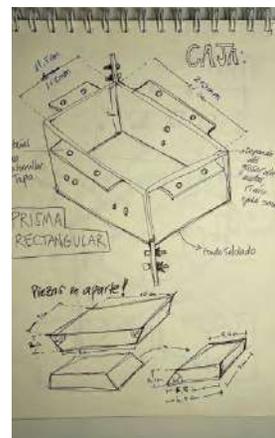
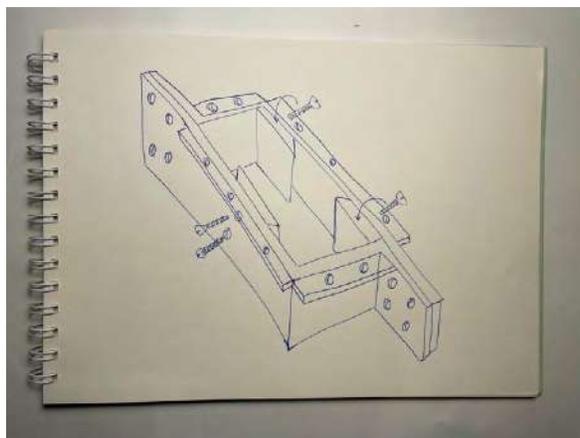
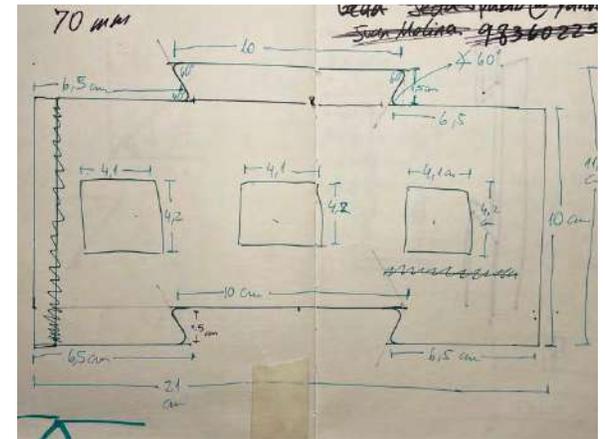
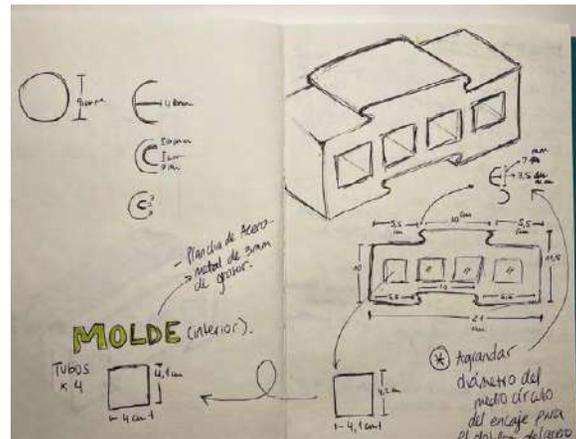
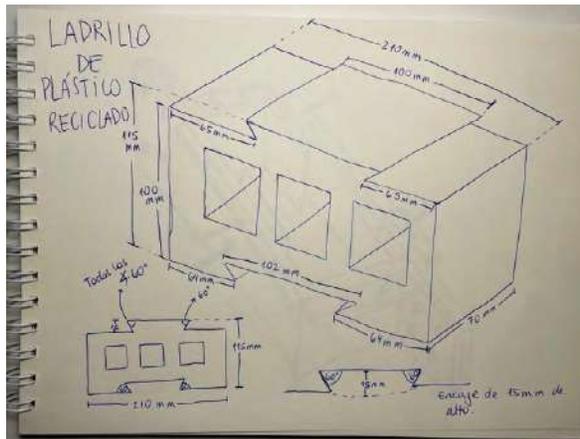


Figura 79. Croquis de molde en Fierro, elaboración propia

### Croquis de molde de madera

Luego de realizar la cotización en fierro, se decidió editar y utilizar el molde de madera rebestido en zinc del prototipo de plástico, para la propuesta final del proyecto.

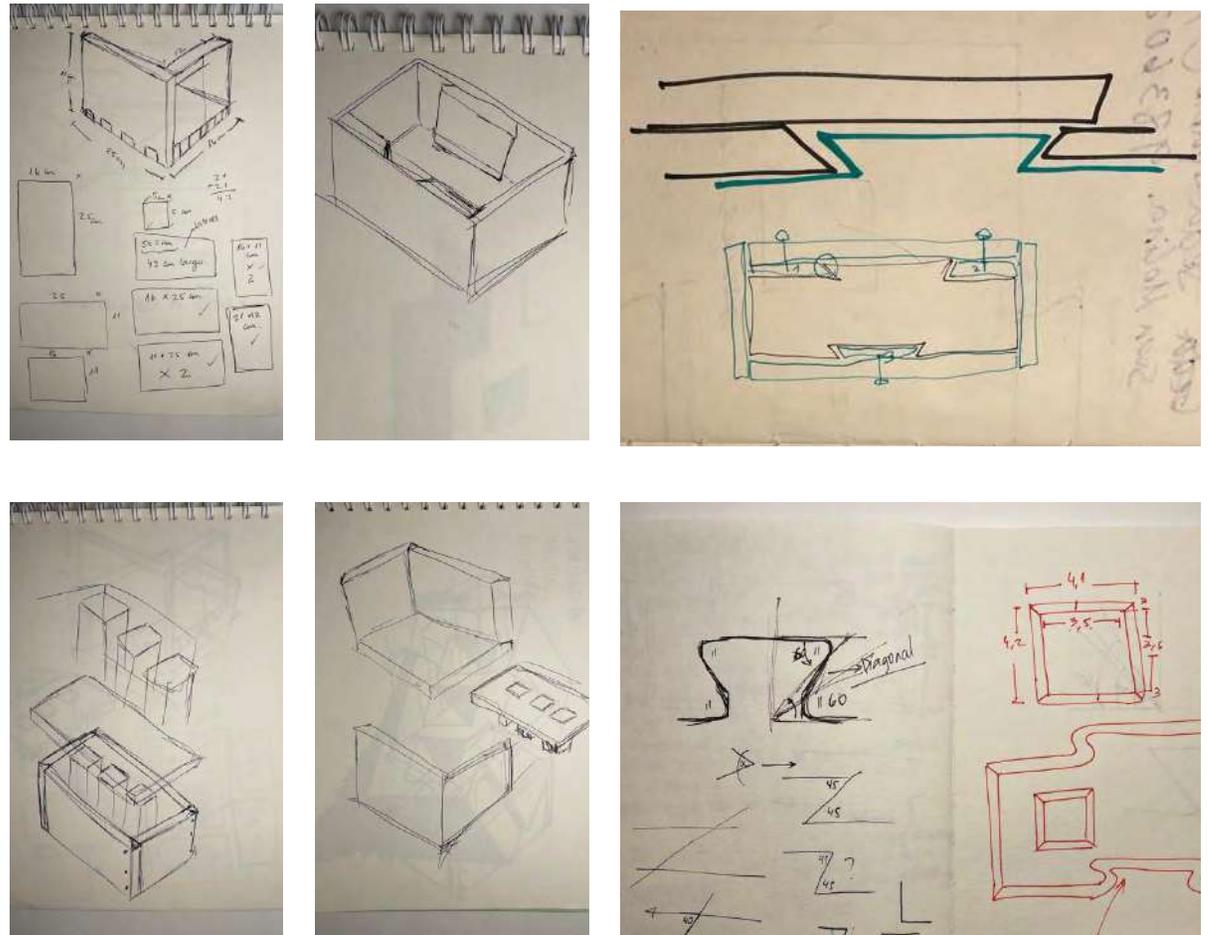
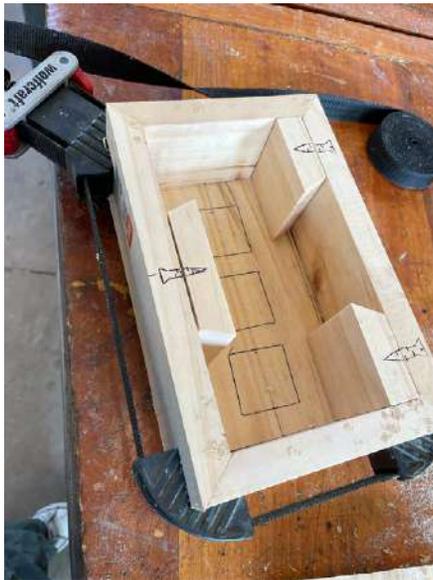


Figura 80. Croquis de molde en madera editado, elaboración

Registro de la evolución del molde

1. Prototipo de cera de vela



2. Prototipo de cera de vela cera de vela 2 y 3



3. Prototipo de plástico reciclado



4. Molde para propuesta final



Figura 81. Evolución de moldes en madera, elaboración propia

## Desarrollo de la identidad gráfica



Figura 82. Pceso de diseño de logo, elaboración propia

Se hizo una selección de palabras que se relacionan al proyecto para definir el naming.

Se destacaron las palabras plástico y acople para generar el nombre PLAK haciendo alusión al sonido de acople de módulos de plástico reciclado.

Para la creación del logo se definió la utilización de la palabra PLAK contenida dentro de márgenes que representen el molde de fabricación.

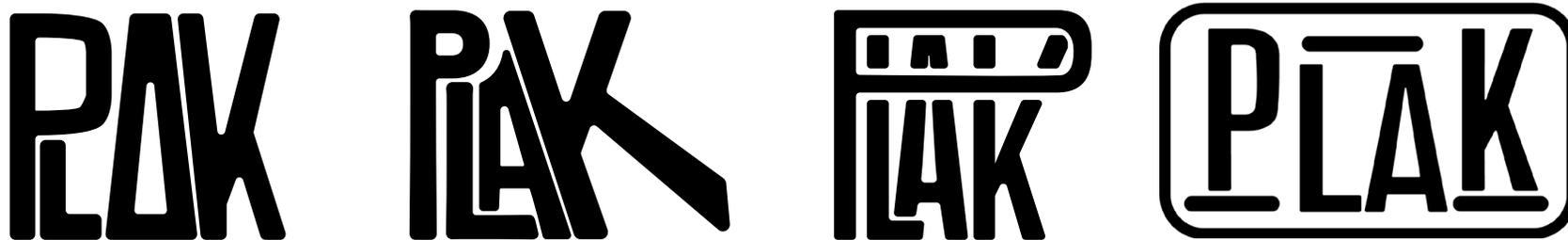
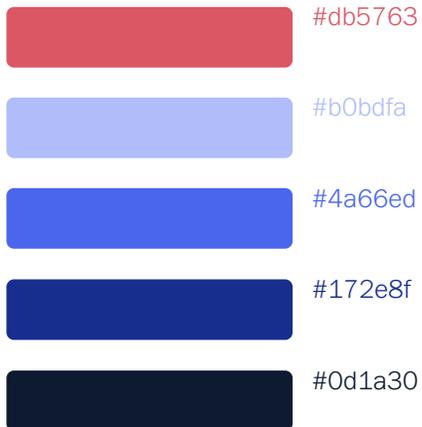


Figura 83. Evolución de logo vectorial, elaboración propia

## Desarrollo de la identidad gráfica



### Códigos de color en RGB



El logo de PLAK se diseñó con la contraforma del molde para hacer alusión a que la palabra PLAK sea el plástico que está en su interior, siendo este un ladrillo PLAK.

Figura 84. Logo PLAK y códigos de color, elaboración propia



2.3

**Propuesta  
Final**

## Componentes de PLAK

Molde



Figura 85. Molde PLAK, elaboración propia

## Componentes de PLAK

### Molde

El molde está diseñado para que se utilice de diferentes maneras agregando y quitando las piezas interiores, las cuales se atornillan. Se pueden fabricar 16 variaciones del ladrillo PLAK.

### Posibilidades del molde PLAK

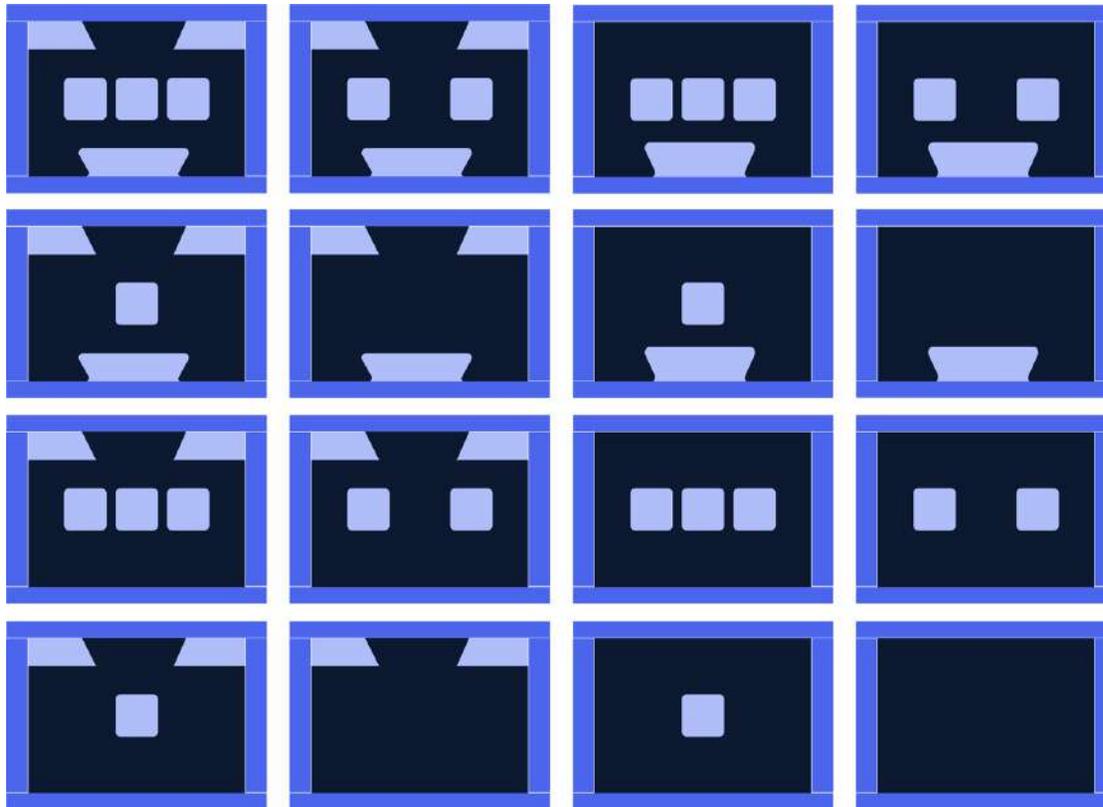


Figura 86. Posibles ladrillos con molde PLAK, elaboración propia

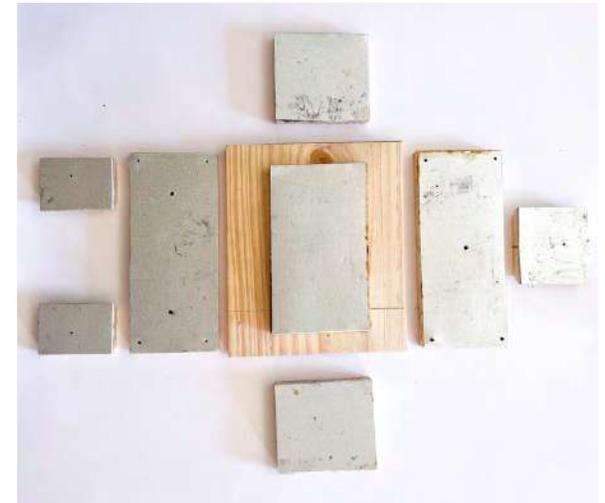


Figura 87. Piezas de molde PLAK, elaboración propia

## Componentes de PLAK

Familia de módulos

Los ladrillos PLAK son módulos de plástico reciclado los cuales tienen un encaje tipo cola de milano para unirse entre si de forma vertical. Pueden tener agujeros interiores que encajan con listones de pino estándar 2x2.

Existen 16 variaciones de los ladrillos PLAK.



Figura 88. Ladrillo PLAK, elaboración propia



Figura 89. Ladrillos PLAK, elaboración propia

## Componentes de PLAK

Familia de módulos

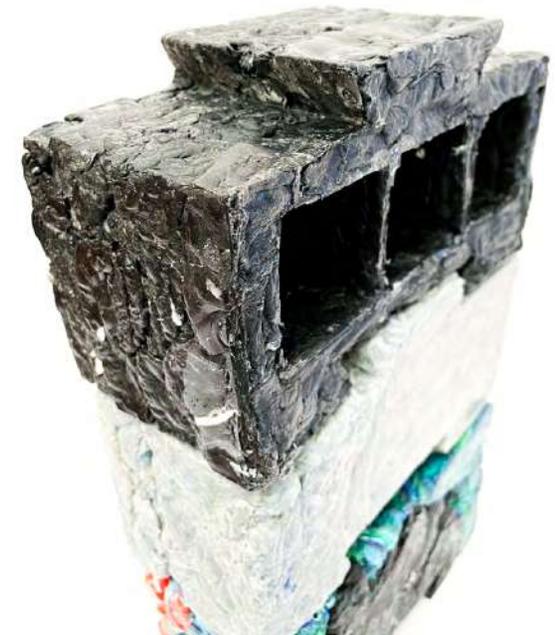


Figura 90. Ladrillos PLAK, elaboración propia

# Componentes de PLAK

## Instructivo del proceso de fabricación

### Sección 1

**Construyamos un Ladrillo PLAK**

**Estaciones de fabricación**

1. Bodega Municipal Cabo de Hornos
2. Estación de Reciclaje Vertedero Municipal
3. Plastikotik
4. Liceo Donald McIntyre

**¡Antes de ir a las estaciones debemos recolectar el material!**

HDPE PEAD PP

Estos signos pueden estar en diferentes objetos como:

¡Para un ladrillo PLAK se deben recolectar 2 kilogramos mínimos de plástico!

Tipos: Botellas, envases, tetrabrik, otros tipos de plásticos que contengan los 2, 4 u 5 números dentro de los triángulos de reciclaje. Luego se deben lavar de manera adecuada para que no queden residuos orgánicos, químicos ni cualquier cosa que no sea apta para su uso.

### Sección 2

### Sección 3

Cuando ya tengas la cantidad que deseas de plástico en tus manos, debes llevarlo Liceo con las encargadas del medio ambiente para coordinar una cita un día de la semana con el encargado de la trituradora municipal para ir a visitar la primera estación y segunda estación, la bodega de plástico y el vertedero municipal.

**1. ALMACENAR**

En la bodega puedes guardar todo el plástico que recolectes! Sólo debes entrar con un adulto y el encargado de las llaves.

**2. TRITURAR**

En la estación de trituración se hace un control de la edad y del funcionamiento. Cuando el triturador está listo se puede usar. El triturador es un equipo que sirve para triturar el plástico en pedacitos pequeños que se pueden usar para hacer ladrillos.

**Funcionamiento Máquina**

Para utilizar la trituradora se debe esperar a que el botón de control de activación que significa que la máquina está funcionando se ponga en luz de actividad se aprieta el botón de control.

La máquina tiene la capacidad de triturar hasta 250 kilogramos por hora para lo que es muy potente y trabaja silenciosamente. Para prevenir accidentes se debe usar un casco de seguridad con 2 kilogramos de plásticos triturados se elevan un máximo de 30 minutos.

**3. DECRETIR**

Cuando ya se tenga el material triturado listo para ser usado se debe transportar con el plástico chipado a la estación de Plastikotik frente al Liceo Donald McIntyre en donde estará la estructura.

Precauciones que se deben tomar:

- Usar casco que sea a la hora de pisar los plásticos.
- Mantener la distancia adecuada de un diagnóstico de Plastikotik.

**Funcionamiento Máquina**

Se debe esperar a que la estructura se enfríe la temperatura que se quiere utilizar, en 400 grados Celsius aproximadamente. Cuando haya pasado unos minutos se puede entrar el plástico triturado a la estructura en el cono.

Se espera a que calza la primera extrusión ya que la primera no siempre sale regular y luego se pone la máquina para que se detenga y así se puede observar el molde.

Una vez enrocado el molde se pone en marcha otra vez hasta que hayan pasado 2 kilogramos. Luego se desmolda y se separan 15 ladrillos.

**Desmolde**

Pasados los 15 minutos se desmolda el molde por todos sus lados, y con los guantes puestos se extrae el ladrillo del molde quitando todas la piezas una por una.

Cuando está listo y fuera del molde se le pueden arrugar detalles con un cuchillo cerámico luego es mejor que la haga un adulto y por último se deja en un balde con agua fría para que se evadique más rápido.

**4. CONSTRUCCIÓN**

Los ladrillos se pueden utilizar para hacer un muro de 1 metro de altura, 1 metro de ancho y 1 metro de largo. Se debe usar los ladrillos para hacer un muro de 1 metro de altura y 1 metro de ancho. Se debe usar los ladrillos para hacer un muro de 1 metro de altura y 1 metro de ancho.

El agua y otro de esta máquina depende del momento en que quieras utilizarlos y los ladrillos que quieras usar, estos ladrillos son para hacer un muro.

Figura 91. Instructivo PLAK Elaboración propia

El instructivo consta de 4 secciones distintas, en la primera se presenta un mapa de Puerto Williams para identificar espacialmente las estaciones de fabricación.

En la segunda se identifican los objetos plásticos que pueden ser del material que se debe utilizar, HDPE y PP.

En la tercera sección se encuentran las 4 estaciones de fabricación con las precauciones y funcionamiento de las máquinas correspondientes

Sección 4

**Banca**  
 Ladrillo PLAK 2x  
 Ladrillo 2x 2

Al tener solo los ladrillos debes identificarlos para obtener los diseños mostrados con la ayuda del plano.

Como de ya sabes, el largo de la banca debe incluirse en la suma de partes iguales de los ladrillos sugeridos.

El largo de los ladrillos determinará el largo de la banca.

1 Píler x4  
 x12  
 x4

**Estantería**  
 Ladrillo PLAK 2x  
 Ladrillo 2x 2

Al tener solo los ladrillos debes identificarlos para obtener los diseños mostrados con la ayuda del plano.

Como de ya sabes, el largo de la estantería debe incluirse en la suma de partes iguales de los ladrillos sugeridos.

Los ladrillos están pensados para poder ser usados en otros proyectos de construcción. Puedes usarlos para hacer otros proyectos que quieras.

1 Píler x5  
 x36  
 x6

**Cerca delimitadora**  
 Ladrillo PLAK 2x  
 Ladrillo 2x 2

Al tener solo los ladrillos debes identificarlos para obtener los diseños mostrados con la ayuda del plano.

Como de ya sabes, el largo de la cerca debe incluirse en la suma de partes iguales de los ladrillos sugeridos.

El largo de los ladrillos determinará el largo de la cerca.

1 Píler x4  
 x16  
 x4

Recomienda que la creatividad está en tus manos.

Por último en la cuarta sección se presentan los 3 mobiliarios a construir con sus respectivas instrucciones.

Este instructivo está diseñado para el formato de teléfono móvil y la lectura es de arriba hacia abajo deslizando la pantalla.



Figura 92. Instructivo PLAK  
 Elaboración propia

---

## Propuesta de valor

- Nueva opción de gestión de residuos plásticos colaborativa y autónoma.
- Reciclaje y fabricación local
- Participación activa del usuario.
- Revalorización del material plástico.
- Incentivo de participación en actividad extraprogramática familiar.
- Conservación y cuidado consciente del medio ambiente. (Limpieza)
- Materia prima gratis.

---

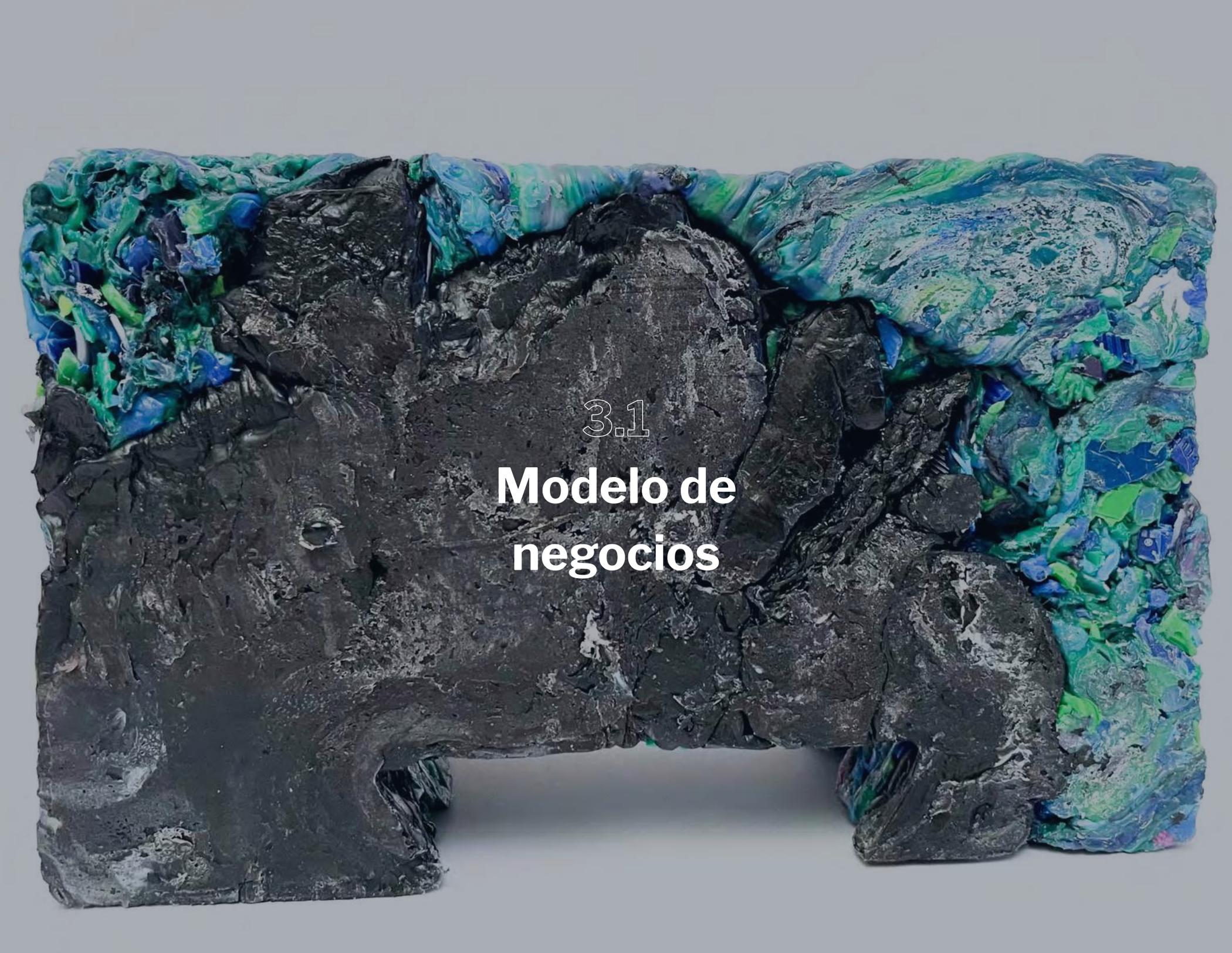
## Aspectos éticos

En cuanto a la ética del proyecto se tomó en consideración una producción de ladrillos de baja escala manteniendo un alcance local en cuanto a las necesidades presentes y futuras que existan en la comuna generando soluciones locales para una comunidad aislada.

El sentido de este proyecto es generar un sistema de fabricación y producción ético, sostenible y transparente. Esta misma producción de baja escala incentiva la soberanía de la comunidad sobre los recursos materiales.

# 3

## IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO



3.1

## Modelo de negocios

## Modelo de negocios canvas

<p><b>Socios claves:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plastikotik</li> <li>- Municipalidad de Cabo de Hornos (Área del medioambiente)</li> <li>- Forjadores Ambientales Liceo Donald McIntyre</li> <li>- Sinestesia</li> <li>- Fab Lab Austral</li> <li>- CONAF</li> <li>Autoridad Marítima</li> </ul>	<p><b>Actividades claves:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difusión vía redes sociales</li> <li>- Difusión presencial en el Liceo</li> <li>- Campaña de recolección de materia prima</li> <li>- Triturado en estación de reciclaje en vertedero</li> <li>- Transporte del material de estación de reciclaje a Plastikotik</li> <li>- Derretimiento en Extrusora Plastikotik</li> <li>- Desmolde Plastikotik</li> <li>- Construcción de infraestructura mobiliaria en el Liceo</li> </ul>	<p><b>Propuesta de valor:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nueva opción de gestión de residuos plásticos colaborativa.</li> <li>- Reciclaje y fabricación local en una ciudad en condiciones de insularidad.</li> <li>- Participación activa del usuario.</li> <li>- Revalorización del material plástico.</li> <li>- Incentivo de participación en actividad extraprogramática familiar.</li> <li>- Conservación y cuidado consciente del medio ambiente. (Limpieza)</li> <li>- Materia Prima gratis.</li> </ul>	<p><b>Relación con clientes /usuarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabricación colaborativa con los mismos usuarios.</li> <li>- Interacción presencial en estaciones.</li> </ul>	<p><b>Segmentos de clientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forjadores ambientales, comunidad del liceo</li> <li>- Establecimientos educacionales.</li> <li>- Municipalidades.</li> <li>- CONAF.</li> </ul>
<p><b>Estructura de costos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Almacenamiento del material</li> <li>- Fabricación del molde</li> </ul>		<p><b>Fuentes de ingreso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postulación a fondos concursables</li> <li>- Precious plastic business model</li> </ul>		
<p><b>Recursos claves:</b></p> <p>Humanos: Encargados de cada estación/etapa</p> <p>Económicos: Fondos de financiamiento</p>		<p><b>Canales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes sociales Facebook, Whatsapp e Instagram.</li> <li>- Página Web de la municipalidad.</li> <li>- Página web del Liceo Donald McIntyre.</li> <li>- Presencial (de boca en boca).</li> <li>- Radio Navarino</li> <li>- Precious plastic Universe a través de Plastikotik</li> </ul>		

Este proyecto propone un modelo de negocios basado en las herramientas de "Generación de Modelo de Negocio" (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Figura 93. Modelo de negocios, elaboración propia

## Modelo de negocios canvas

### Estructura de costos

Todo esto en base a la fabricación de 20 ladrillos PLAK semanales

Para la implementación del proyecto PLAK se asume 1 mes de puesta en marcha (80 módulos) en el que no se generarán ingresos ya que se usará ese tiempo en desarrollar la difusión de las actividades, los talleres del proceso de fabricación y el comienzo de la fabricación de los módulos.

Se necesitarán convenios con la Municipalidad Cabo de Hornos para la utilización de vehículos de transporte, bodegas de almacenamiento para la recolección y bodegaje del material y la utilización de trituradora.

Además de los convenios con el Liceo Donald McIntyre para actividades voluntarias de recolección de plástico y forjadores ambientales para participar en actividades y Plastikotik para la utilización de la extrusora.

#### Puesta en marcha

Molde de larga duración en fierro .....	\$570.000
Herramientas .....	\$50.000
Registro de marca .....	\$200.000
<b>Total puesta en marcha .....</b>	<b>\$820.000</b>

#### Costos fijos

Publicidad .....	\$400.000
Recursos Humanos .....	\$2.100.000
<b>Total costos fijos .....</b>	<b>\$2.500.000</b>

#### Costos variables

Electricidad mensual .....	\$280.000
Agua .....	\$15.000
Combustible .....	\$286.000
<b>Total costos variables .....</b>	<b>\$581.000</b>

---

<b>Total .....</b>	<b>\$3.901.000</b>
--------------------	--------------------

Figura 94. Tabla de costos, elaboración propia



3.2

## Fuentes de financiamiento

---

## Fuentes de financiamiento

1

### **FPR 2022 Exequiel Estay - Recicladores de Base :**

Este llamado denominado “Fomentando la economía circular y la inclusión de Recicladores de Base” busca financiar proyectos de economía circular, orientados a promover la inclusión de recicladores(as) de base y la sensibilización de la ciudadanía, para prevenir la generación de residuos y fomentar la separación en origen, reutilización y reciclaje. Todo lo anterior, a través de la certificación de competencias laborales de recicladores(as) de base, el desarrollo de talleres y/o capacitaciones, la adquisición de equipamiento para el pretratamiento de residuos de envases y embalajes y de residuos orgánicos.

2

### **FPA 2022 - Iniciativas Sustentables Ciudadanas:**

Mediante el financiamiento de iniciativas demostrativas, el Fondo Iniciativas Sustentables Ciudadanas busca contribuir a mejorar la calidad ambiental del territorio, sensibilizando a la ciudadanía a través de la valoración del entorno y la Educación Ambiental.

3

### **FPA 2022 - Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educativos:**

El Fondo Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educativos busca financiar iniciativas demostrativas que fomenten la gestión ambiental en los establecimientos educativos, generando hábitos y conductas sustentables, e incorporando actividades de educación ambiental.

## Fuentes de financiamiento

### Postulación

#### Análisis y selección de Fondo concursable más apropiado para el proyecto:

- FPA 2022 - Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educativos desde el centro de Padres y apoderados del Liceo o directamente de los Forjadores Ambientales



Anexo 2: Invernadero y compostaje. \$4.000.000

Anexo 3: Sistema Fotovoltaico On-Grid (Paneles Solares conectada a la red eléctrica). \$4.000.000

Anexo 4: Sistema Fotovoltaico Off-Grid (Paneles Solares independiente a la red eléctrica). \$6.000.000

Anexo 5: Sistema Solar Térmico (Termo Solar). \$4.000.000

**Anexo 6: Cambio Climático y Descontaminación Ambiental.  
\$4.000.000**

El objetivo del concurso Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educativos busca financiar iniciativas demostrativas que fomenten **la gestión ambiental en los establecimientos educacionales, generando hábitos y conductas sustentables, e incorporando actividades de educación ambiental.**

Las Organizaciones podrán postular a la ejecución de alguno de los siguientes productos, y deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Fichas Técnicas anexas en las presentes Bases.

El **anexo número 6** es el que se adecúa más al objetivo general de este proyecto el cual es propiciar **acciones comunitarias concretas con respecto a la valorización de residuos plásticos** mediante el reciclaje de este material, en el contexto de la Comunidad del Liceo Donald McIntyre de Puerto Williams.

**Modalidad de postulación:**

- 1.- Educación Ambiental
- 2.- Equipo de Trabajo
  - a) Coordinación de la iniciativa.
  - b) Apoyo técnico en educación ambiental.
  - c) Apoyo técnico en instalación o construcción de la infraestructura (si la hubiera).
  - d) Apoyo técnico en materias específicas que aborde la iniciativa (si lo hubiera).
- 3.- Plano de ubicación
- 4.- Selección del Sitio
- 5.- Permisos



3.3

## Análisis FODA

## Análisis FODA

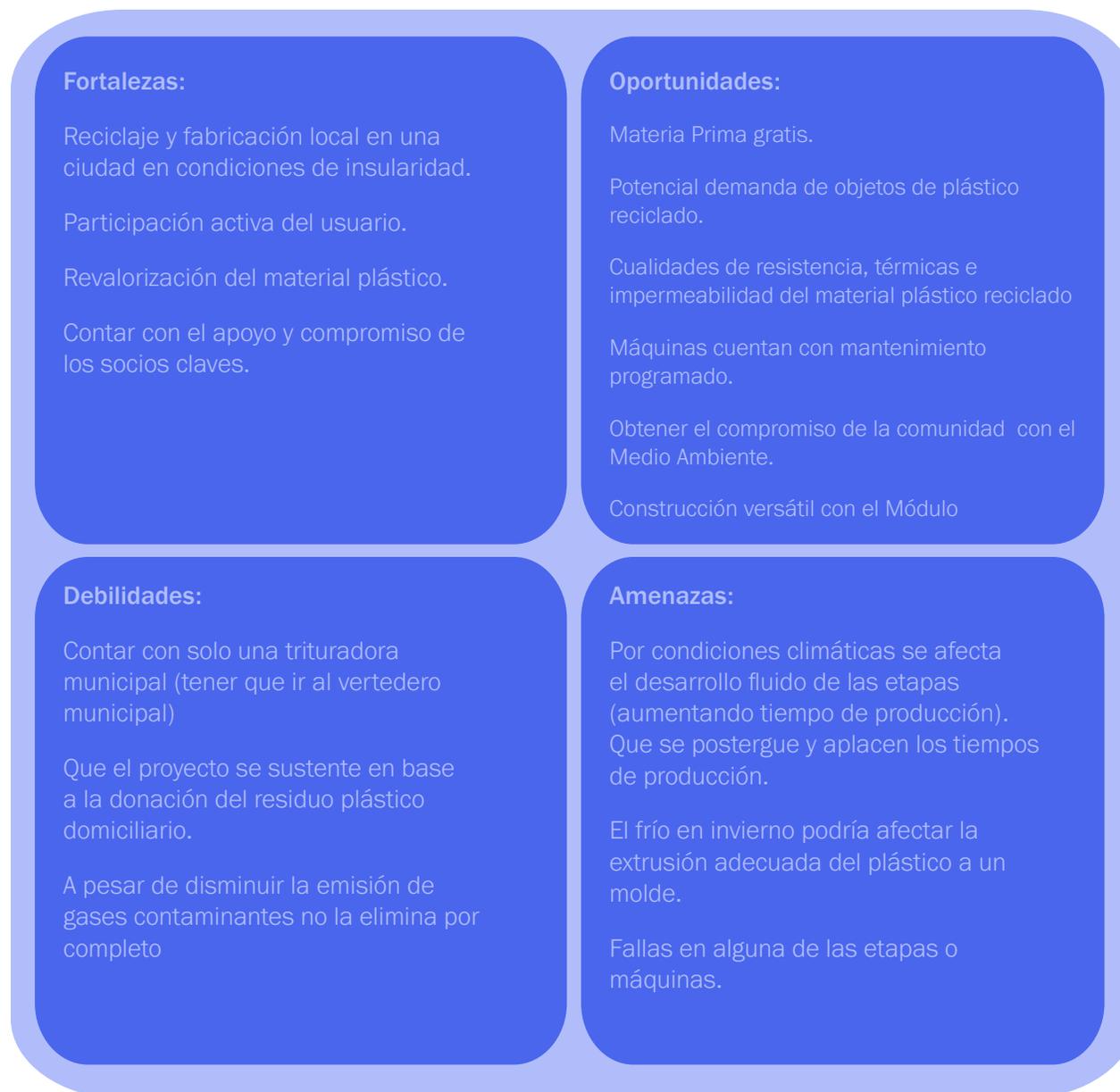


Figura 95. Análisis FODA, elaboración propia



4.1

# Proyecciones



## Proyecciones

Luego de que se implemente la producción de ladrillos PLAK en Puerto Williams, se espera seguir explorando la forma y construcción con el módulo y molde según las necesidades que vayan apareciendo dentro de la ciudad. Algunas de las necesidades detectadas hasta ahora son infraestructura pública dirigida al área de turismo de la municipalidad como pasarelas, señaléticas, hitos de demarcación de sendero y refugios de viento. También se detectó la necesidad de reposición de infraestructura de algunas estaciones de monitoreo de aves las cuales empezaron a deteriorarse. Al mismo tiempo se planea realizar programas recreativos en conjunto con la comunidad para continuar y elevar el fomento de la revalorización del material plástico y utilización de los ladrillos.

Algunos de los programas a integrar al proyecto son: 1. Talleres presenciales de construcción con ladrillos PLAK para cada curso en el Liceo Donald Mcintyre. 2. Charlas e instancias de reflexión virtuales o presenciales sobre la reinterpretación de los objetos y su materialidades correspondientes con científicos del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y Parque Etnobotánico Omora quienes se encuentran en Puerto Williams. 3. Desarrollar publicaciones informativas de los ladrillos PLAK para la difusión de este desde el perfil de los forjadores ambientales de facebook dirigidos específicamente hacia la comunidad.

Por último dentro de las proyecciones se tiene considerado realizar la postulación al fondo FPA 2022 - Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educativos mencionado anteriormente en la implementación del proyecto.

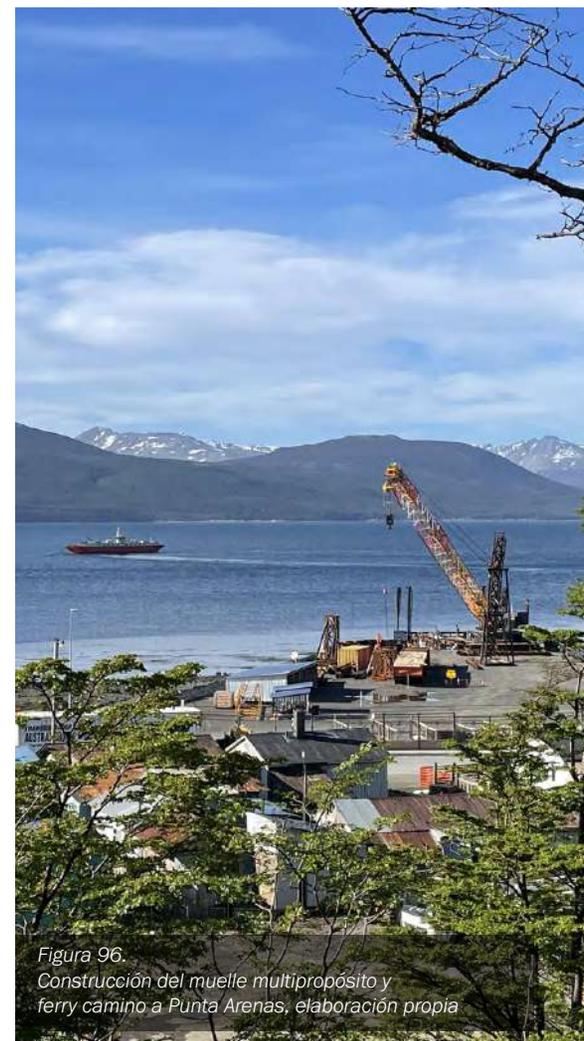


Figura 96.  
Construcción del muelle multipropósito y  
ferry camino a Punta Arenas, elaboración propia



4.2

## Conclusión y revisión de objetivos

---

## Conclusión

En el trabajo en campo en Octubre y Noviembre del año pasado me di cuenta de que Puerto Williams al ser una Ciudad joven tiene varios temas a resolver para lograr tener un desarrollo sostenible. En las entrevistas pude ver todas las necesidades por abordar y eran muchas más de las que yo podría tratar durante el tiempo de este proyecto, fue así como a través de los hallazgos del trabajo de campo, definí que el foco central estaba en la gestión de residuos. Al terminar la etapa de seminario del proyecto no tenía muy claro qué área de la problemática abordar ya que eran varios temas en uno, entre las nuevas iniciativas en la ciudad, la contaminación del vertedero y otros sectores de la zona, la educación medioambiental en el Liceo o la preocupación de la Municipalidad por el manejo adecuado de los residuos. A medida que se fue desarrollando el proyecto y resolviendo las preguntas fui dilucidando esta solución.

El valor de este proyecto es que logra la articulación y sinergia de las iniciativas aisladas que hay actualmente en Puerto Williams, las cuales aún no han logrado integrarse de manera colaborativa hacia un objetivo común. Pero al potenciar e integrar los proyectos del Liceo con la Municipalidad y Plastikotik por medio del proyecto PLAK, se pueden lograr los objetivos y resultados tangibles de las tres partes.

PLAK no es sólo una familia de ladrillos, es también un **proceso de fabricación local democratizado en base a recursos renovables** que están actualmente en la isla en condición de desecho y que pueden transformarse en una materia prima gratuita que permita el desarrollo de módulos versátiles para la configuración de mobiliario urbano.. Se le suma un valor agregado a ciudadanía de Puerto Williams ya que este proyecto fomenta la **soberanía de la comunidad del caso de estudio sobre los recursos materiales**, es decir, que disminuye la dependencia de un tercero externo de la isla que les abastezca con materiales de construcción como ladrillos e incentiva la **producción local**.

## Conclusión

### *Revisión de objetivos*

Si bien el proyecto fue compartido y muy bien recibido por la comunidad del Liceo, los Forjadores Ambientales, el Encargado del Medioambiente de la Municipalidad y el equipo de Plastikotik, se debe repasar el cumplimiento de los objetivos específicos del proceso de diseño, para demostrar en qué etapa se encuentra la validación y cumplimiento funcional del producto final.



Figura 97. Calle Vía Cuatro  
Elaboración propia

**O.E. 1: Identificar** las problemáticas clave en la gestión de residuos plásticos tomando como caso de estudio isla Navarino de Puerto Williams. Este objetivo fue logrado en su totalidad en la etapa de seminario y título por medio de la identificación de las problemáticas claves en la gestión de residuos plásticos en Puerto Williams, se pudo identificar gracias a la definición del problema/oportunidad y los requerimientos que se fueron vislumbrando en el análisis de la revisión de literatura y entrevistas realizadas en terreno.

**O.E. 2: Definir** dentro del contexto del caso de estudio los arquetipos de usuarios claves para la implementación de la propuesta. Este objetivo fue logrado en su totalidad en la etapa de título por medio de la definición de tres arquetipos de usuario integrantes de los Forjadores Ambientales con sus respectivas características, motivaciones, dolores y necesidades. Agregando un análisis de los roles y relación entre ellos.

**O.E. 3: Proponer** un módulo en plástico reciclado versátil que permite distintas combinaciones para estructurar elementos de mobiliario comunitario. Este objetivo no se logró en su totalidad ya que el la propuesta final fue testada en el ámbito funcional de los requerimientos pero en el ámbito emocional y comunicacional no se ha testado aún ya que no se logró llevar algún prototipo a los Forjadores Ambientales por temas distancia y tiempo de ejecución.

**O.E. 4: Desarrollar** un programa de aplicación del proyecto a futuro según un modelo de negocios y sus variables a considerar dentro del contexto de una postulación a un fondo concursable. Este último objetivo también se pudo lograr pero no en su totalidad ya que si se creó un modelo de negocios, se evidenciaron los costos, proyecciones y divulgación a considerar pero aún no se ha validado la utilización en construcción de los ladrillos PLAK por lo que sería el siguiente paso para realizar una postulación a un fondo concursable en Agosto de este año.



Figura 98. Módulos PLAK  
Elaboración propia

Para finalizar, este proyecto tiene como objetivo **propiciar acciones comunitarias concretas con respecto a la valorización de residuos plásticos** mediante su reciclaje, en el contexto de la Comunidad del Liceo de Puerto Williams. En este sentido, el diseño cumplió un rol fundamental en la identificación de la problemática, en la definición de los actores claves, en el diseño de los módulos y por último en la articulación del proceso de fabricación. Me complace decir que sí se pudo cumplir el objetivo general de este proyecto de título. Se rescata de este proceso lo interesante y significativo que fue trabajar con diferentes áreas del diseño, sin duda fue un gran crecimiento personal y académico.



4.3

## Reflexión

---

## Reflexión

En un principio tuve ciertas aprensiones para decirme a trabajar con plástico ya que había generado ciertas prejuicios con el uso de plástico en mi rutina cotidiana, otorgándole al material una connotación más bien negativa por el daño causado por su uso inadecuado. Pero a medida que fui investigando, empecé a adentrarme en un mundo desconocido para mi, el lado b del plástico y es en esa etapa en donde pude definir el camino que tomaría el proyecto y cambiar completamente mi perspectiva frente al plástico.

En general se demoniza al material plástico por su lenta y difícil degradación pero ese no es un defecto del material sino un defecto de la producción indiscriminada y somos nosotros los que tenemos la responsabilidad de que su uso sea el adecuado. Como sociedad no nos hemos hecho cargo de que estamos desechando un recurso sin considerar sus cualidades y defectos, un gran atributo es su larga durabilidad por eso mismo debemos utilizarlo a nuestro favor para objetos que necesitamos que perduren como los materiales de construcción, no un envase para envolver pañuelos desechables (por dar un ejemplo).

Cuando vemos las propiedades y cualidades es cuando realmente vemos al material y sus posibilidades dentro del rango sostenible. Desde el diseño quise revalorizar este material y atribuirle la importancia que tiene.. Visibilizar la usabilidad apropiada para el plástico y así desde el proceso de fabricación concientizar en su utilización durante su vida útil como material perdurable en el tiempo.

En cuanto al contexto en donde se trabajó fue muy gratificante reencontrarme con el lugar de mi infancia y poder generar un proyecto que pueda aportar a su comunidad y su ecosistema. Es muy satisfactorio sentir el apoyo de la comunidad, quienes demostraron con creces sus ganas de realizar un aporte a la naturaleza y de encauzar la gran motivación que tienen en una contribución tangible y real.

Este proceso sin duda ha sido el que más me ha marcado dentro de mi carrera como estudiante de diseño, tanto por el ámbito personal en cuanto al valor sentimental que tiene para mi la región de Magallanes y en el ámbito académico como estudiante aún en formación. Si bien el proyecto de título es una instancia para aplicar lo aprendido, conocido y experimentado en la carrera, también puedo agregar que aprendí mucho en cada etapa del proceso desde el levantamiento de información hasta la proyecciones del proyecto.

En un inicio, en la revisión de literatura creí que un problema tan sustancial, como lo es la gestión adecuada de residuos de una ciudad, no podría ser abordado por mi proyecto de título ya que lo veía como un problema que requería soluciones de grandes escalas. Pero a medida que se fue desarrollando la investigación pude darme cuenta de que un proyecto de título como este, podría hacer una diferencia independientemente de la escala de la solución que otorgue, ya que PLAK puede dar paso a más soluciones de pequeña escala y así formar una red de variadas soluciones para enfrentar de manera local un gran problema global.

El mundo del reciclaje contiene infinitas áreas por trabajar, experimentar, aprender e innovar. Espero que más personas participen del universo que abre el reciclaje de residuos y se generen más iniciativas locales en distintas regiones de Chile. Finalmente me gustaría terminar con que mi interés es seguir trabajando en el área de la investigación y exploración del plástico llevando a cabo mi proyecto en los próximos meses.



## Bibliografía

- ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO COMUNAL 2019 - 2024. (2020). [Ebook]. Puerto Williams, Chile. Retrieved from [http://imcabodehornos.cl/jsmallfib\\_top/PLADECO/PLADECO%202019-2024.pdf](http://imcabodehornos.cl/jsmallfib_top/PLADECO/PLADECO%202019-2024.pdf)
- Alvarez, X. (2015). Cabo de Hornos [PDF]. Punta Arenas. Recuperado de [https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1452194706RB\\_CabodeHornos\\_Chile\\_2015.pdf](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1452194706RB_CabodeHornos_Chile_2015.pdf)
- Bartual, E. (2021, 16 noviembre). Valorización de residuos plásticos. AIMPLAS. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.aimplas.es/lineas-investigacion/materiales-sostenibles/valorizacion-de-residuos-plasticos/>
- Buezas Sierra, N. (2010). Guía: plásticos y fuego [Ebook]. AIMPLAS Instituto tecnológico del plástico. Recuperado de [https://www.observatoriodelplastico.com/ficheros/publicaciones/126155543Guia\\_plasticos\\_fuego\\_2010\\_encrip.pdf](https://www.observatoriodelplastico.com/ficheros/publicaciones/126155543Guia_plasticos_fuego_2010_encrip.pdf)
- Caballero, C., & Caballero, C. (2019). PET, el plástico que abunda en Chile pero que hoy se debe importar para sostener una industria de reciclaje clave para la Ley REP - País Circular. Recuperado 9 de Abril 2022, de <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/pet-el-plastico-que-abunda-en-chile-pero-que-hoy-se-debe-importar-para-sostener-una-industria-de-reciclaje-clave-para-la-ley-rep/>
- Cabo de Hornos - EcuRed. (2019). Recuperado 6 de Marzo 2022, de [https://www.ecured.cu/Cabo\\_de\\_Hornos](https://www.ecured.cu/Cabo_de_Hornos)
- Caicedo, C., Crespo Delgado, L., De la cruz Rodríguez, H., & Álvarez Jaramillo, N. (2017). Propiedades termo-mecánicas del Polipropileno: Efectos durante el reprocesamiento [Ebook] (pp. 250-251). Colombia. Recuperado de <https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/2017/v18n3-02.pdf>
- Catálogo técnico PEAD. (2017). [Ebook]. Recuperado 4 de Abril 2022, de <https://www.petroflex.cl/wp-content/uploads/2017/04/CT-HDPE.pdf>
- Centro de Investigación y Asistencia Técnica Puerto Williams » Biodiversidad Subantártica poco Percibida. (2021). Recuperado 6 Diciembre 2021, de [http://www.umag.cl/facultades/williams/?page\\_id=13](http://www.umag.cl/facultades/williams/?page_id=13)
- Chapple C., P. (2021). Centro Subantártico Cabo de Hornos: Edificio Austral. Recuperado 10 de Noviembre 2021, de <https://www.cdt.cl/centro-subantartico-cabo-de-hornos-edificio-austral/>
- Clase3 construcción 1 náutica 2015 HDPE. (2015). [Ebook]. Recuperado 18 de Marzo 2022, de [https://wiki.ead.pucv.cl/images/d/d4/Clase\\_3\\_construcci%C3%B3n\\_1\\_n%C3%A1utica\\_2015\\_HDPE.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/d/d4/Clase_3_construcci%C3%B3n_1_n%C3%A1utica_2015_HDPE.pdf)
- CONAF. (2021). Recuperado 6 Octubre 2021, de <https://www.conaf.cl/parques-nacionales/reservas-de-la-biosfera/>
- lanelli, R. (2022). ¿Cuáles son los principales plásticos que se reciclan?. Recuperado 22 de Abril 2022, de <https://es.oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-news/what-are-the-top-plastics-that-get-recycled>
- Cuellar Mosquera, S., Gómez Molina, S., Herrán Gonzalez, M., Navarro Salazar, R., Pérez Murillo, J., Rojas Chacón, M., & Urpin Rangel, J. (2018). LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA: DE LA ALQUIMIA A LA QUÍMICA MODERNA [Ebook]. Valencia, España. Recuperado de [https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/277/IMP\\_05.UCV\\_RevCiencia\\_Antoine.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/277/IMP_05.UCV_RevCiencia_Antoine.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DeMeuse, M. (2020). The Definitive Guide to Polypropylene (PP). Recuperado 17 de Marzo 2022, de <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polypropylene-pp-plastic>
- Desafío Puerto Williams Basura Cero. (2021). [PDF] (1st ed.). Santiago, Chile. Recuperado de <http://file:///Users/jodelamaza/Downloads/Informe%20Final%20Secci%C3%B3n.docx.pdf>
- Drowning in plastic. (2021). Recuperado 5 de Noviembre 2021, de <https://graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html>
- Estudiantes y comunidad educativa de liceo de Puerto Williams se comprometen con el trabajo ambiental. (2016). Recuperado 13 de Abril 2022, de <https://educacion.mma.gob.cl/estudiantes-y-comunidad-educativa-de-liceo-de-puerto-williams-se-comprometen-con-el-trabajo-ambiental/>
- 27 Estudiantes de Puerto Williams reciben Inestidura como Forjadores Ambientales. (2012). Recuperado 15 de Abril 2022, de <https://www.elmagallanews.cl/noticia/listado/27-estudiantes-de-puerto-williams-reciben-inestidura-como-forjadores-ambientales>
- Fab Lab Austral, Quienes Somos. (2021). Recuperado 21 de Junio 2021, de <https://www.fablabaustral.org/home>
- Foschesatto, N., Quinzani, L., & Failla, M. (2013). ANÁLISIS DE MEZCLAS COMPATIBILIZADAS POLIPROPILENO POLIETILENO CON EL MODELO DE PALIERNE [Ebook]. Buenos Aires Argentina. Recuperado de [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/43035/CONICET\\_Digital\\_Nro.4700ac04-438a-4f1d-adc5-3cf2c88bf447\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/43035/CONICET_Digital_Nro.4700ac04-438a-4f1d-adc5-3cf2c88bf447_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Hoffmann, A. (s. f.). Guía de Educación Ambiental y Residuos. Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-de-Educacion-Ambiental-y-Residuos.pdf>
- Ley REP. (2016). Recuperado 9 de Diciembre 2021, de <https://www.leyrep.cl/que-es>
- Mop concluye construcción de Centro Subantártico Cabo de Hornos. (2022). Recuperado 20 Abril 2022, de <https://dialogosur.cl/mop-concluye-construccion-de-centro-subantartico-cabo-de-hornos/>

- Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. (2016). [Ebook]. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-016-1010-7>
- One Army. (2017). Vigas de extrusión a partir de residuos plásticos [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=zNGuuSKE1pY>
- Pingüino Multimedia. (2021, 12 septiembre). El Pingüino. Recuperado 8 de diciembre de 2021, de <https://elpinguino.com/noticia/2021/09/12/empresa-de-cruceros-abandona-ushuaia-y-muda-sus-operaciones-a-magallanes>
- PLAN ESPECIAL DESARROLLO ZONAS EXTREMAS MAGALLANES. (2014). [Ebook]. Punta Arenas. Recuperado de <https://www.goremagallanes.cl/sitioweb/PZE/noticias/PLAN%20ESPECIAL%20DESARROLLO%20ZONAS%20EXTREMAS%20MAGALLANES%202014.pdf>
- Plastic and climate. (2019). [Ebook]. Recuperado de <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>
- ¿Por qué Puerto Williams pasará a ser la ciudad más austral de Chile? (s. f.). CNN. Recuperado 8 de diciembre de 2021, de [https://edition.cnn.com/pais/por-que-puerto-williams-pasara-a-ser-la-ciudad-mas-austral-de-chile\\_20190215/](https://edition.cnn.com/pais/por-que-puerto-williams-pasara-a-ser-la-ciudad-mas-austral-de-chile_20190215/)
- PROPIEDADES FÍSICAS POLIETILENO HD 500 (PE). [Ebook]. Recuperado de <https://www.elaplas.es/wp-content/uploads/Ficha-Tecnica-Polietileno-HD-5002.pdf>
- PROPIEDADES FÍSICAS POLIPROPILENO (PP). [Ebook]. Recuperado de <https://www.elaplas.es/wp-content/uploads/polipropileno.pdf>
- Propiedades y usos del PP. (2019). Recuperado 11 de Mayo 2022, de <https://plasticosascaso.es/polipropileno-que-es-propiedades/>
- Qué es el polietileno de alta densidad HDPE o PEAD. (2018). Recuperado 27 de Agosto 2021, de <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>
- ¿Qué es el plástico y cómo se clasifica?. (2022). Recuperado 4 Noviembre 2021, de <https://circulaelplastico.cl/consultas/que-es-el-plastico/>
- QUÉ ES EL POLIPROPILENO | PETROQUIM. Recuperado 29 de Marzo 2022, de <http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/>
- Residuos Plásticos – Economía Circular. (s. f.). Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado 8 de diciembre de 2021, de <https://economiecircular.mma.gob.cl/residuos-plasticos/>
- Roca Blay, L. (2011). Alta calidad en las propiedades del plástico reciclado. Retrieved 11 June 2022, from <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/36976-Alta-calidad-en-las-propiedades-del-plastico-reciclado.html>
- Sanchez Yañez, J. (2005). El reciclaje de los residuos sólidos plásticos como alternativa para mejorar la calidad ambiental en el municipio de Morelia, Michoacán, México. [PDF]. Morelia, Mexico. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos16/reciclaje-residuos/reciclaje-residuos>
- Sarmiento-Valdés, F., & Aguilera-Martínez, F. (2019). EL BORDE URBANO COMO TERRITORIO COMPLEJO [Ebook] (p. Capítulo 3). Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26134/1/el-borde-urbano-como-territorio-complejo-Capitulo%203.pdf>
- Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. (2021). [Ebook]. Recuperado de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/REMA2021-comprimido.pdf>
- Soler, M. (2016). El reciclaje reduce las emisiones de co2. Recuperado 17 de Junio 2022, de <https://www.allcot.com/es/el-reciclaje-reduce-las-emisiones-de-co2-pero-tambien-es-necesario-compensarlas/>
- Soprole Sonrisa Circular. (2021). Recuperado 13 de Mayo 2022, de <https://circulaelplastico.cl/noticias/soprole-sonrisa-circular-el-programa-de-reciclaje-que-busca-darle-una-nueva-vida-a-los-envases-de-yoghurt-postres-y-leches/>
- Turismo Sustentable en Cabo de Hornos. (2015). [PDF]. Recuperado de [http://www.imcabodehornos.cl/jsmallfib\\_top/pladetur.pdf](http://www.imcabodehornos.cl/jsmallfib_top/pladetur.pdf)
- UN MILLÓN DE ACCIONES CONTRA EL PLÁSTICO. (2018). [PDF]. San Bernardo, España. Recuperado de <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/TOOLKIT-PLASTICOS-v3.pdf>
- Utracki, L.A., Polymer blends handbook. Kluwer Academic Publisher, 2002.

---

## Anexos

Procesos de prototipados:

### 1. Proceso acercamiento al material:

1. Cortar 2 papeles de mantequilla de un tamaño más grande que la sandwichera, poner un papel en la base, una tapa encima y luego un papel sobre la tapa, cerrar la sandwichera.
2. Pasados 3 minutos agregar 4 tapas encima de la tapa ya derretida.
3. Pasados 7 minutos agregar la sexta tapa encima de las demás tapas derretidas.
4. Pasados 5 minutos sacar rápidamente la mezcla de tapas con los papeles de mantequilla puestos y aplastar con una tabla de mdf de base y una tabla encima y hacer presión.
5. Una vez aplastado volver a poner mezcla de tapas con el papel mantequilla en la sandwichera caliente y cerrarla.
6. Pasados 5 minutos agregar una tapa grande a la mezcla y volver a cerrar.
7. Pasados 5 minutos agregar otra tapa grande, dar vuelta la mezcla con papeles de mantequilla y volver a cerrar.
8. Pasados 7 minutos sacar rápidamente la mezcla de tapas con los papeles de mantequilla puestos y aplastar con una tabla de mdf de base y una tabla encima y hacer presión.
9. Dejar enfriar la mezcla ya aplastada por 15 minutos.

### 2. Proceso acercamiento a las máquinas:

1. Se pesan 200 gramos de tapas, 100 de color rojo y 100 de color amarillo
2. Se prende la inyectora para que empiece a calentar la boquilla.
3. Se trituran las tapas en la trituradora, se van insertando 6 tapas por triturado y una vez triturado todo se vuelve a hacer una segunda vez
4. Se levanta la palanca de la inyectora para abrir la entrada del plástico desde el recipiente.
5. Se insertan en el recipiente de la inyectora las tapas trituradas las cuales caen por la entrada hacia el tubo. Se esperan 7 minutos.
6. Se prepara el molde con desmoldante por todas las caras que tocarán el plástico y se atornillan los bordes para que se mantenga firme a la hora de inyectar.
7. Se le quita el tapón a la boquilla y se deja caer la primera muestra la cual se recicla después.
8. Se encaja el molde (en este caso de 6 ganchos) en la boquilla.
9. Se presiona la palanca hacia abajo hasta llegar al tope.
10. Se desencaja el molde de la boquilla utilizando los guantes y se deja enfriar en agua.
11. Se desmoldan las piezas plásticas con cuidado.
12. Las piezas se cortan y liján según el acabado que se quiera dar.

### 3. Proceso prototipo de vela número 1:

Es por la última variante de la exploración con el ladrillo en Kyklos que se decidió prototipar con cera de vela la extrusión en un molde de madera de pino cepillado forrado en scotch y bañado en cera de piso en su interior.

Se pensó el molde de manera que la tapa pueda ser intercambiable por otra que tenga 2 perfiles (agujeros) o que no tenga ninguna y así poder armar tres módulos distintos sin necesidad de crear otro molde.

Luego se crearon las tres piezas que generan el encaje de forma que puedan ser desmontables y así también poder cambiarlas por otras piezas o no ponerlas y así generar distintos tipos de encaje con la misma base y medida.

Lo único constante sería la caja la cual tiene la base y las paredes laterales que quedan fijas.

Se calentó la cera en una olla para cera depilatoria y se derritió por completo quedando líquida y transparente. El flujo volumétrico (caudal dentro de un tubo) de la cera de soja es diferente a la del plástico por lo que se esperaron dos minutos antes de la simulación de extrusión por el embudo para que la consistencia fuera más densa, menos fluida y más similar a la del plástico reciclado. La olla tiene una capacidad de 500 gramos por lo que la extrusión tuvo que ser interrumpida 2 veces para lograr llenar el molde por completo. La cera se derrite por completo en 20 minutos por lo que las pausas eran de ese mismo rango de tiempo y la cera que quedaba dentro del molde se solidificaba antes.

Se simuló la extrusión lenta por un embudo que se insertó en un orificio en la parte superior del molde. Surgieron filtraciones ya que el molde no estaba completamente sellado por lo que se esperó a que la cera se solidificara y luego se envolvió por fuera el molde con scotch de embalaje a modo de parche para evitar las filtraciones.

Luego al llenarse el molde sellado se esperó por toda una noche, 9 horas, para desmoldar.

Al momento de abrir el molde se pudo notar que la tapa pudo salir con facilidad, en menos de 3 minutos, ya que los orificios tienen una leve reducción que permite un desmolde más manejable. La cera de vela llegó a todas las esquinas del molde de madera por lo que se pudo visualizar el módulo en tamaño y forma reales, menos los agujeros ya que se realizaron con listones de madera de 2x2 siendo estos los mismos que deberían calzar dentro de los espacios interiores pero al no tener tolerancias y no considerar las diagonal no alcanzaron el tamaño deseado.

Se quitaron los tornillos de las piezas desmontables del molde las cuales se pensó que podrían soltarse pero en la realidad no se soltaron y quedaron pegadas por la cera de vela.

Para el desmolde se llevó la pieza unida a la caja base al taller de la universidad en lo contador y se abrió la caja con un combo, despegando las paredes de la pieza de la base y así pudo salir la pieza de cera de soja lo que fue un proceso más largo teniendo que utilizar más herramientas de las que se pensó y un tiempo de 2 horas aproximadamente.

Se detectó un agujero interno por donde se extruyó la cera, esto pasó ya que no se consideró el rechupe del mismo material que se produce porque la parafina al enfriarse se contrae.

#### 4. Proceso prototipo de vela número 2

Para el segundo prototipado en cera se le agregaron a cada piezas de la caja por separado piezas de aluminio encontradas en la basura del taller las cuales se limpiaron y cortaron del mismo tamaño por cada pieza correspondiente, se pegaron las superficies con adhesivo Montack especial para adherir madera con metal. Luego se unieron las dos piezas con forma de L con tornillos generando el marco de las paredes. La base se fabricó de nuevo ya que la primera se cortó al desmoldar el prototipo de cera, esta se creó con una tabla de madera más amplio que las medidas interiores de la base y luego se le adhirió con cola fría la base interior con la superficie de aluminio para que así el marco de paredes se encaje en la base y pueda atornillarse desde abajo. Se utilizó la misma tapa ya que no tuvo complicaciones con el primer prototipado y a las piezas desmontables también se les adhirió la superficie de aluminio.

Se repitió el bañado en cera pero esta vez se utilizó una en formato de crema y no líquida ya que fue una recomendación en el taller de Sinestesia. A ciertas paredes se les revistió con scotch de embalaje para evitar irregularidades. Se utilizó la misma técnica de extrusión pero esta vez se rellenó al detectar el rechupe del material y también no se utilizaron las piezas desmontables interiores para generar una forma de ladrillo tradicional sin encajes.

Al desmoldar se pudieron desmontar las paredes en menos de dos minutos ya que solo se requirió desatornillar el marco y quitar la base lisa pero la tapa quedó incrustada en el ladrillo.

La tapa también había sido bañada en cera y forrada en scotch de embalaje y es por esta razón que se atascó ya que el scotch se soltó por la cera y se abrió al contacto con la cera quedando atorado al interior del módulo de cera solidificada.

Se intentó desmoldar primero con dos reglas que separaban la cera de

la tapa entre los perfiles de los agujeros para hacer palanca pero no hubo ningún indicio de deslizamiento hacia afuera. Luego se intentó de la misma forma que la primera vez pero al martillar con el combo se quebró la cera en varios pedazos los cuales fueron limpiados para ser reutilizados en otro prototipado ya que se utilizaron un kilo y 250 gramos de los 2 kilos que quedaban.

### 5. Proceso prototipo de vela número 3

Se utilizó el mismo marco y la misma base del molde del prototipo anterior, bañado en la cera de piso en crema. Se agregaron las piezas desmontables interiores atornilladas desde afuera y no se utilizó el scotch en esta ocasión. Para evitar la filtración se agregaron pedazos de diario en la unión del marco de paredes y la base, además de unirlo con scotch. Se derritió la cera de soja utilizada para el segundo prototipado y se realizó la extrusión de la misma manera que las otras dos veces. La primera pausa de extrusión duró 40 minutos por una interrupción externa al prototipado y la siguiente pausa duró 20 como en las otras pruebas.

Al desmoldar, el marco de paredes salió igual que en el prototipo pasado y la base también, pero se rompió toda la parte inferior del módulo la cual fue la primera extrusión, esto surgió producto de una fuerza ejercida en esa zona para desmoldar. La tapa pudo desmoldarse rápidamente utilizando dos reglas como la vez pasada siendo estas herramientas extras en el proceso, además de necesitar tres personas que sostengan la tapa, los dos extremos de una regla y los dos extremos de la otra regla.

Otra variable que apareció fue que los perfiles de los agujeros no llegaron del todo al final del molde (a la base) ya que los diarios levantaron la tapa por lo que la cera llenó ese espacio que quedó entre el perfil y la base creando una pared en los agujeros.

### 6. Proceso prototipo de plástico reciclado

Se fabricó un molde nuevo con piezas separadas de madera de pino cepilladas, se cortó una plancha de zinc correspondiente a cada pedazo y se pegaron con agorex ya que las piezas de aluminio pegadas al molde anterior generaron relieve por el pegamento siendo este más grueso que el agorex. Se atornillaron todas las paredes generando el marco y la base se fabricó igual a la anterior pero con la superficie de la plancha de zinc.

Las piezas desmontables también tenían planchas de zinc y los perfiles también. Los perfiles para los agujeros se hicieron separados de la tapa para que puedan ser desmontables también igual que todas las piezas interiores.

Se derritieron 900 gramos de plástico de tapas grises y doradas en una olla en una cocina eléctrica con aceite en la base por 28 minutos a 220 grados celsius aproximadamente quedando una consistencia chiclosa. Al ver que el plástico era lo suficientemente maleable se insertó en el molde y luego se le hizo presión con un palo de madera para que llegara hasta el fondo. Luego se notó que faltó material para rellenar el molde por lo que se derritieron 500 gramos más y después de 28 minutos se insertó más material en el molde, el plástico que había en el molde ya se había solidificado como era de esperar pero seguía a una temperatura elevada. Se realizó la misma presión con el palo al final de llegar al tope del molde dejando la superficie irregular.

Al desmoldar todo salió en menos de 5 minutos, bastó desatornillar para liberar al módulo del molde. No se utilizó ningún tipo de desmoldante como cera o aceite. El plástico, como era de esperar, se contrajo a medida que perdía calor. El módulo no fue insertado en ningún recipiente con agua fría (como se hace normalmente con piezas de plástico reciclado) por lo que mantuvo el calor por 6 horas.

## 7. Proceso prototipo de MDF y palos de maqueta

Se disminuyó la escala de la cara frontal del módulo para poder prototipar el armado y construcción del mobiliario del Liceo Donald McIntyre a modo de lego como prototipado rápido.

Se replicó en 69 piezas y luego se cortaron en la máquina de corte láser en un intervalo de tiempo de 38 minutos. Luego se configuraron las piezas pegando 3 caras para llegar a una escala aproximada según el largo, alto y ancho, quedando así 23 piezas a escala para utilizar.

Se manipularon las piezas para generar diferentes formas con ellas utilizando como “listones de madera” palos de maqueta los cuales no están a escala exacta en el largo de los listones estándares que llegan a Puerto Williams

## **Entrevistas Realizadas:**

### ***Universidad de Magallanes y Pontificia Universidad Católica:***

Miguel Troncoso - Coordinador Fab Lab

Tania Aguilar - Encargada Bio Lab

### ***Sinestesia Think & Do Tank de industrias creativas:***

Joaquín González - Consultor de proyectos de innovación tecnológica, social y ambiental, con base en la colaboración e industria creativa

Daryl Abarca - Diseñador

### ***Ilustre Municipalidad de Cabo de Hornos:***

José Castro - Encargado de Medioambiente Municipalidad

Manuel Ulloa - Jefe Prodesal Indap

Cristina Altamirano - Encargada de turismo y ZOIT (Zona de Interés Turístico) Cabo de Hornos

### ***Fundación Martín Gusinde:***

Mary Anne Lemay - Directora de la Fundación Martín Gusinde

### ***Liceo Bicentenario Donald Mcintyre:***

Unise cataldo - Encargada de Medio ambiente del Liceo

Gabriela ampuro - Encargada de Medio ambiente del Liceo

### ***Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)***

#### ***Parque Etnobotánico Omora:***

Javier Rendoll - Investigador y estudiante de doctorado en el programa de observación de la Universidad de Magallanes

Tamara Contador - Investigadora y profesora asociada de la Universidad de Magallanes del centro universitario Puerto Williams y coordinadora de investigación del parque Omora

#### ***Turismo:***

Jorge Barbero - Director y fundador de Explora Navarino oficina turística

Francisca Albornoz - Diseñadora y dueña de Café Bagual.

#### ***Plastikotik:***

Igor Bely - Velerista actualmente viviendo en Puerto Williams participante de Plastikotik

Adriana Henríquez- Velerista actualmente viviendo en Puerto Williams participante de Plastikotik



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño



Módulos de plástico reciclado

María José De la Maza Maclean

**Profesora Guía:** Patricia De los Ríos Escobar