



# lanapiedra.

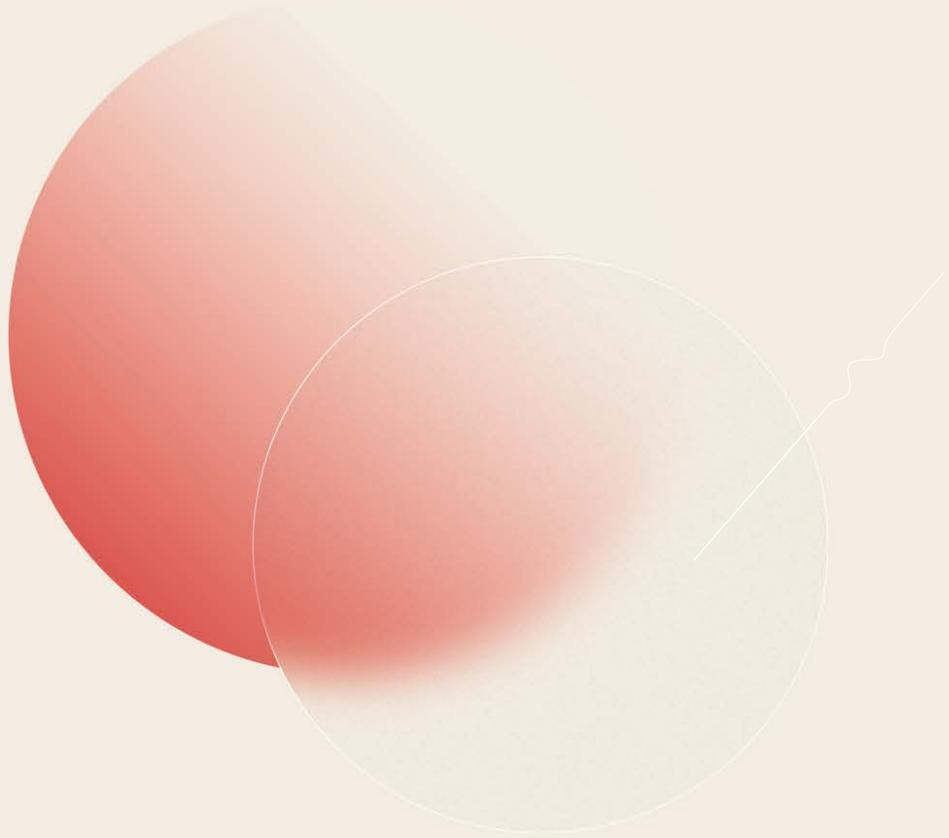
---

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

**Autora**  
Trinidad Martínez Gajardo

Julio de 2023  
Santiago de Chile

**Profesora Guía**  
Catalina Hepp Astudillo





PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

diseño|uc  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Arquitectura

# lana- piedra.

Bio material diseñado a partir de los residuos de la industria ganadera, aplicado como revestimiento de aislación térmica modular en las construcciones chilenas.

**Autora**

Trinidad Martínez Gajardo

**Profesora Guía**

Catalina Hepp Astudillo

Julio de 2023, Santiago de Chile. Copyright © 2023.



Imagen 1  
(San Gregorio, 2003)

## Agradecimientos

Gracias a todas las personas que fueron parte de este lindo proceso, sobre todo a quienes me empujaron en cada momento de la montaña rusa del diseño.

Agradecer a mi mamá, que me abrió los ojos frente a la realidad de las escuelas públicas y me enseñó a ser ambiciosa con mis sueños. A mi papá, que con sus consejos pude liberar mis inseguridades, soltar y avanzar. A mis hermanos, que me escucharon llorar, emocionarme, estresarme y por sobre todo, darme aliento cuando lo necesité.

A mis amigas, las chillanejas y santiaguinas, quienes me dieron el empuje para creerme el cuento y sentirme una diseñadora de tomo y lomo en todo el proceso.

A mi segunda familia en Chillán, que durante estos 5 años de carrera fueron un pilar fundamental en mi vida y un apoyo que nunca olvidaré.

Y a todos quienes, de alguna u otra forma, me ayudaron a llegar hasta aquí.

contenidos.

## 01 Introducción

- 0.5 Agradecimientos
- 0.6 Índice
- 0.9 Abstract

## 02 Marco teórico

- 2.1 Industria Ganadera Ovina.**
  - 2.1.2 La industria mundial
  - 2.1.3 Ganadería en Chile
  - 2.1.4 Valor económico y emocional
- 2.2 Lana ovina.**
  - 2.2.1 La materia prima
  - 2.2.2 Estructura de la lana
  - 2.2.3 Manejo productivo para el textil
- 2.3 La experiencia en torno a los materiales**
  - 2.3.1 Los materiales
  - 2.3.2 Economía circular y su desarrollo
  - 2.3.3 Nuevos materiales y su sostenibilidad

## 03 Metodología de trabajo

- 3.1.1 Material Driven Design**
  - 3.1.1 Comprender el material
  - 3.1.1 Creando la visión}
  - 3.1.1 Manifestación de patrones
  - 3.1.1 Conceptualización y diseño
- 3.1.2 Desarrollo metodológico**
  - 3.1.2 Objetivo generales, específicos y análisis de indicadores verificables

## 04 Desarrollo de proyecto

- 4.1 Desarrollo metodológico**
  - 4.1.1 Frente físico-químico
  - 4.1.2 Frente ciclo productivo
  - 4.1.3 Frente experiencial
- 4.2 Visión del contexto**
  - 4.2.1 Atributos, pilares y patrón de valor del proyecto
  - 4.2.2 Estado del arte

lanapiedra.

## 05 Formulación del proyecto

### 5.1 Oportunidad de diseño

- 5.1.1 Qué, por qué y para qué
- 5.1.2 Usuario
- 5.1.3 Recorrido del usuario

### 5.2 Estrategia de diseño

- 5.2.1 Estrategia sistema-producto

## 06 Lanapiedra.

### 6.1 Prototipado

- 6.1.1 Estrategia de producción
- 6.1.2 Testeos de rendimiento térmico
- 6.1.3 Testeos de diseño y ensamblaje
- 6.1.4 Diseño final

### 6.2 Identidad

- 6.2.1 Desarrollo de marca
- 6.2.2 Lineamientos gráficos

## 07 Caso de estudio

### 7.1 Escuela Arturo Mutazabal Sotomayor

- 7.1.1 Contexto actual
- 7.1.2 Construcción en pobreza energética
- 7.1.3 Subsidio Escuelas Públicas
- 7.1.4 Validación

## 08 Cierre

- 8.1 Modelo de negocios
- 8.2 Proyecciones
- 8.3 Reflexión
- 8.4 Bibliografía



## Abstract

En la presente memoria se expone el resultado de la investigación *lanapietra*, cuyo objetivo busca establecer aplicaciones alternativas de los residuos de lana en Chile, a partir de la valorización de sus propiedades químicas y físicas.

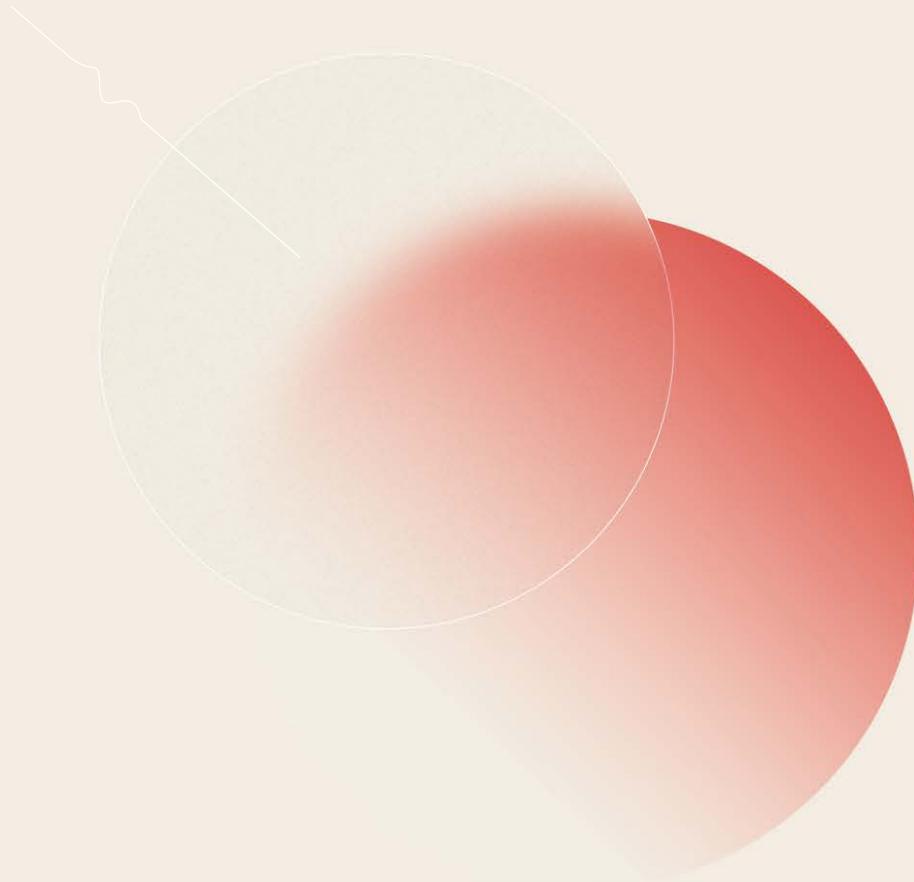
El proyecto surge desde la evidencia sobre el contexto del recurso, donde sus propiedades no han sido destacadas debido a que su valor ha girado únicamente en torno a la industria textil, cuya implementación debe superar diversos estándares de calidad y tener un manejo productivo que implica gran cantidad de recursos humanos e hídricos.

Es así, cómo se busco desde el ámbito del diseño, re significar el uso de la lana, su proceso productivo y aplicaciones hacia un camino que ponga en valor sus propiedades térmicas para la creación

de productos fuera de la industria textil, cómo lo son los revestimientos de interior para la vivienda. Se trabajó en el marco de la metodología 'Material Driven-Design' (Rognoli, et al. 2015) y la 'Circular Design Guide' (Ellen Macarthur Foundation, 2019), al tomar en consideración la experiencia de los usuarios frente a los materiales emergentes cómo punto crítico para el desarrollo de productos y su aceptación sostenible en la sociedad.

Se desarrolló un trabajo multidisciplinario en torno a la lana y el desarrollo de productos responsables con el planeta e impacto social, generando una mirada sistémica y de valor frente a los ecosistemas involucrados, cómo lo fue el caso de estudio en la ciudad de Chillán, Región de Ñuble, cuya ciudad a la fecha posee un gran conjunto de construcciones en estado de déficit energético.

lanapietra.



# MARCO TEÓRICO

02

En Chile, la cantidad de ovejas en el territorio ha disminuido un 70% en los últimos 50 años (Pizarro, 2020). Una de las causas de este fenómeno ha sido la disminución del precio de venta de lana, donde hoy en día su manejo comercial cubre apenas el costo de la esquila (Claro, 2009). De acuerdo a la Fundación para la Innovación Agraria [FIA] (2015), desde mediados de los años 90, la carne ha aumentado significativamente su valor, mientras que las lanas producidas fueron bajando su precio (p. 16) debido a la existencia de una variable crucial para el posicionamiento de este recurso en el mercado textil: la raza del ovino y el grosor de su pelaje (Nolan, 2014), siendo este último quien le otorga la textura a la lana y por consecuencia, la característica de ser un textil deseable para el ser humano.

El precio de venta no sólo se ve influido directamente por esta variable, si no también fluctúa por el manejo que debe tener la lana para ser insertada en la industria textil, requiriendo de una cadena de suministro compleja con un uso excesivo de recursos hídricos (Louw, 2020). Sin embargo, el punto crítico recae en que, a pesar de que las propiedades biológicas de la lana de oveja no se ven afectadas por el grosor de la fibra, el valor y

demanda comercial percibido por esta característica baja a tal punto que para los productores es más conveniente utilizarla cómo estiércol en sus campos, que guardarla hasta lograr su comercialización (Robertson, 2020).

Esta es una situación crítica considerando la actual crisis medioambiental, donde el cambio de paradigma se ha iniciado estableciendo un enfoque circular en el desarrollo de nuevos productos y procesos productivos para la sociedad (Rethinking products, s.f.). La fundación Ellen Macarthur(2017) ha declarado que la prioridad actual es que el manejo de recursos responda ante el desarrollo de este nuevo modelo económico, cuyo objetivo se rige por mantener los productos, componentes y materiales en su mayor valor en todo momento, minimizando la generación de residuos y su efecto nocivo en el planeta (Llorach, 2020). Por consecuencia, el diseño y aplicación de nuevas herramientas cumplen un rol fundamental para volver a pensar los sistemas y productos.

Desde el siglo XX, esta disciplina ha sido “como una fuerza poderosa para re alinear los valores, la ética y los significados actuales” (Early, 2017, p. 427). y

según afirma la Montréal Design Declaration(2017), la aplicación de la intención con la cual creamos los entornos espaciales, visuales y experienciales es clave en la innovación en las soluciones sostenibles para la comunidad(p.7), trabajando en sintonía y de forma colaborativa con los actores involucrados, entendiendo sus motivaciones, dolencias, necesidades y la manera en que perciben el valor considerando la actual exigencia frente a los propósitos materiales (Fjord, 2022).

Es por esto, que a partir de la problemática en la industria ganadera ovina y los residuos de lana, se propone potenciar la propiedad térmica de esta materia prima con la creación de un revestimiento interior producido en base a los residuos de lana, implementándose cómo un potencial producto para combatir la crisis eléctrica de la vivienda básica, donde las soluciones ofrecidas actualmente sólo consideran herramientas de obra gruesa en la vivienda y sin posibilidad de auto gestión.

El proyecto *lanapiedra*. permite repensar el significado de este recurso, contribuyendo en el desarrollo de productos en base a materiales naturales y el diseño de un nuevo proceso productivos a la ma-

teria prima coherente con el enfoque circular del proyecto, dándole un enfoque sustentable frente a los recursos hídricos que se emplean, y sostenible considerando el ecosistema completo de actores dentro de la crisis energética en las construcciones chilenas previo al año 2007.

A su vez, el diseño de producto considera la experiencia del usuario cómo elemento clave en el desarrollo del proyecto, para potenciar su adaptación cómo elemento emergente en la sociedad y guiando una sostenibilidad en el contexto y forma de implementación.

Es así, cómo se plantea integrar la lana en una industria diferente a la del hilado, donde su valor se ve potenciado e integrado en un rubro que no se ha explorado con anterioridad, favoreciendo a su vez a los ganaderos dueños de este subproducto, puesto que el actual manejo productivo provoca ver la lana cómo un desecho de la agro industria.



Imagen 3  
(Fotografía recuperada de [www.unsplash.com](http://www.unsplash.com), 2022)

## 2.1.1

### La industria

La industria ganadera ovina, rubro enfocado en la cría de ovejas para la producción cárnica y textil, ha sido explotada desde la prehistoria gracias a las materias primas resultantes de esta. Ambos productos obtenidos de la cría ovina, son consumidos por los seres humanos hasta la actualidad.

La producción cárnica se posiciona cómo producto de venta principal del ganadero ovino, y en el caso de la producción textil, conformada por el pelaje del ganado, se posiciona generalmente cómo un subproducto de la industria por su menor impacto de venta. Sin embargo, el área textil de la industria no siempre ha sido considerada cómo un subproducto, ya que hasta los años 80, el **pelaje ovino o lana de oveja**, era considerado el pelo animal de mayor abundancia y valor térmico del mundo, llegando a producirse más de 2.820 toneladas (Kulesz, 2001).

La propiedad térmica de este textil surge desde la característica natural de la oveja de regular su termostato para sobrevivir en el ambiente en el cual se desarrolla, y que junto a eso, este mamífero

tuviera la necesidad vital de disminuir el volumen de su pelaje cada año para lograr su supervivencia, atenuar el efecto del verano y facilitar que se mueva con facilidad para buscar agua y pastoreo (Guarda, 2018). Este proceso de disminución de pelaje se denomina **esquila ovina** y ha dado cómo consecuencia la producción de una materia prima deseable entre los seres humanos durante décadas para obtener abrigo y calidez mediante el desarrollo textil de la lana, creando prendas con gran confort térmico.

A pesar de su calidad y popular consumo, el escenario actual de este recurso nos muestra una disminución de más de 10.000 toneladas en su producción a nivel mundial durante la última década (Kulesz, 2001). Este fenómeno se ha dado principalmente por un menor consumo de lanas en el mercado, lo que por consecuencia, afecta en los precios y provoca su alza. Dentro de los factores influyentes en esta disminución se encuentran los cambios en las preferencias de los consumidores, a incorporación de fibras sintéticas con menor costo de producción y la mayor demanda cárnica.

## Lana y carne a nivel *mundial*

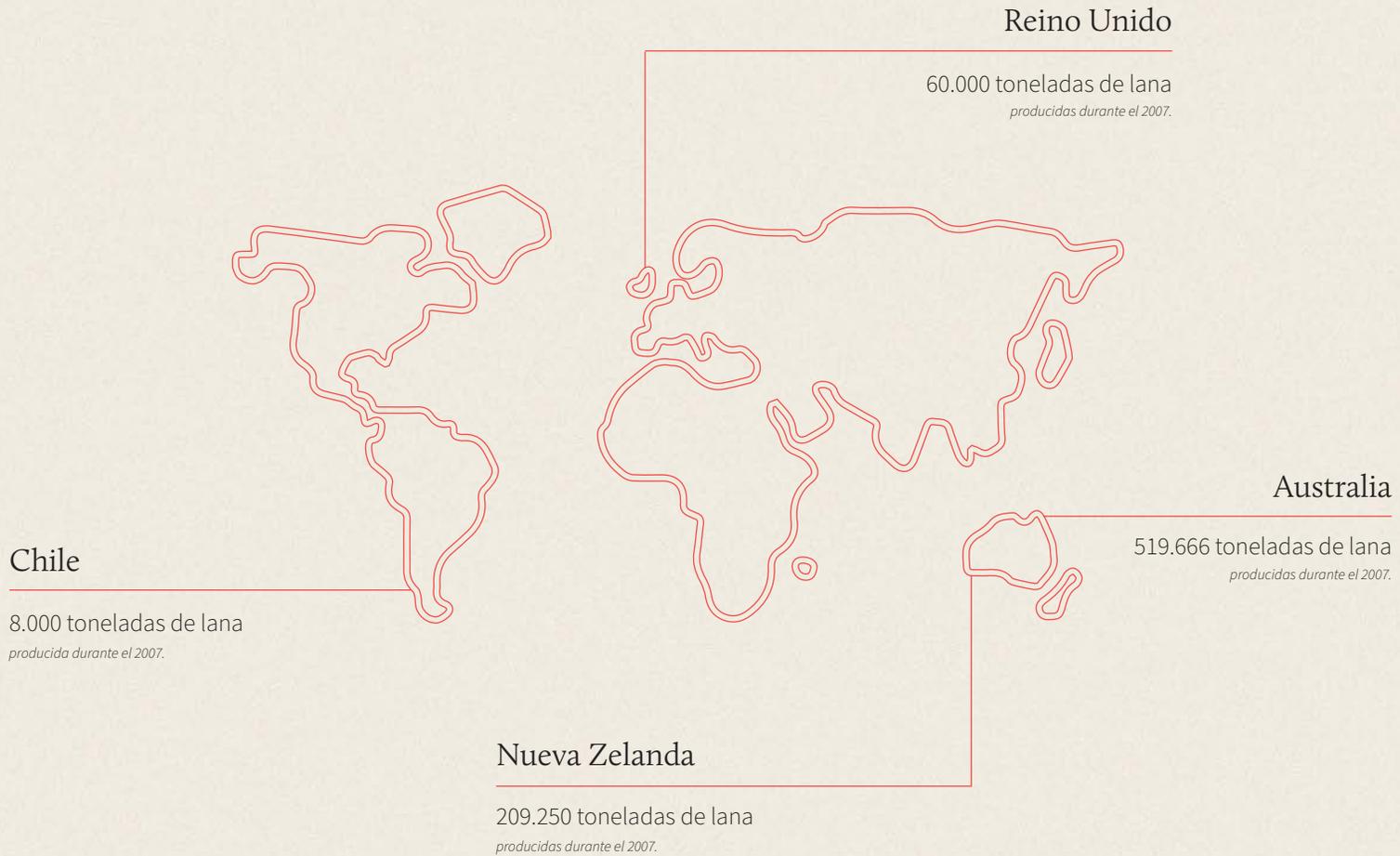
El ganado ovino puede tener una línea productiva de carne, de lana o, según el tamaño del ganado, de ambos productos. En este último plano, el productor es denominado como “**ganadero de doble propósito**” al obtener un subproducto que, al ser necesario para el bienestar del ovino, logra entregar ingresos extras a la venta de carne mediante la esquila o *corte de pelo* de las ovejas.

A nivel mundial en los productores de doble propósito existe una brecha entre los que realmente logran la comercialización de lana como subproducto y los que no. Esto se desarrolla por el nivel de manejo que tienen sobre el recurso una vez realizada la esquila de los ovinos, ya que el precio de venta final fluctúa entre casi la mitad del verdadero valor **por la manera en que es presentado en el mercado textil** (Claro, 2009).

La problemática radica en que para los productores de doble propósito es poco rentable el procesamiento que requiere la lana para ser deseable en el mercado textil, puesto a que involucra recursos que no se logran compensar comparado con el precio de venta que logran con la carne ovina, y junto a eso, se suma que el rubro ha integrado materia prima sintética más deseable económicamente.

Es tal el escenario, que el precio final cae al punto que para los productores es mejor **regalar, quemar o desechar la lana resultante de la esquila** antes que procesarla para venderla en el mercado textil (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2013, p. 25-34) dando como resultado que sólo un 1.2% de la producción mundial de lana sea competente al mercado (Imagen 4).

Sólo un **1.2% de la lana** producida a nivel mundial logra ser competitiva en el mercado.  
(Sanchez, 2007)



2.1 INDUSTRIA GANADERA OVINA

02 MARCO TEÓRICO



Imagen 5, 6, 7 y 8  
(Recuperada de Memoria Chilena, 2023)

## 2.1.2

# Ganadería en Chile

La ganadería chilena es un mercado establecido hace décadas que no se escapa del actual escenario mundial, puesto que las cifras identificadas muestran que de un total de 1.656.143 millones de ovejas esquiladas a nivel nacional anualmente, se producen 6.095.863 kg de lana en bruto a la espera de comercialización (INE, 2017).

La distribución de las cabezas ovinas se divide en dos grandes grupos: un 81% de los ganaderos chilenos son considerados de doble propósito por las razas presentes en su ganado, siendo predominante las ovejas Textel, Suffolt, Dorset junto a mestizajes, y otro 19% conformado por ganaderos de nicho dedicados sólo a la cría de ovejas para el textil, los cuales se encuentran en su mayoría en estancias del sur de Chile con la presencia de ovejas Merino, Corriedale y Romney (Imagen 10).

Los campos de nicho tienen como prioridad productiva la uniformidad de la lana en los criaderos de Aysén y Magallanes, ya que estos son exportados en gran proporción y generan mayor ganancia (Brash et al., 1994). En cuanto el porcentaje restante, cuyo foco productivo es la calidad y venta de carne, enfocan su fuerte productivo en mejorar su producto cárnico antes que trabajar la lana esquilada ya que sólo encarece el subproducto.

Estos últimos son los que, por los costos de la esquila y la poca motivación de intentar vender el recurso por la baja demanda comercial de su lana, utilizan su lana como estiércol en los campos para liberar el espacio de almacenamiento en bodega, y poder así, dar lugar a otros agro recursos (Ignacio Figueroa, comunicación personal, 22 de septiembre de 2022).



Los productores nacionales de doble propósito se dividen en cinco estratos según su cantidad de ovinos y capacidad productiva, donde la comercialización de lana se vuelve rentable a partir del nivel de manejo de esta.

Los productores de estratos pequeños y medianos, situados entre el 81% de productores nacionales, rentan su lana en bruto desde la venta en su propio territorio, ya que al ser ganados con poca cantidad de ovinos, a los compradores internacionales no les interesa hacerse cargo del proceso completo a menos que su utilidad en la comercialización sea muy alto, cómo ocurre en las razas de mayor calidad de vellón, las cuales se sitúan en el 15% de los productores nacionales.

El nivel de manejo de la lana se encarece porque, para realizarlo y poder entrar en la industria textil, la lana debe ser acondicionada en formato de vellón al ser el estado en que se permite analizar la fibra de lana y conocer su potencial productivo en el rubro, cuyo resultado desarrolla hasta un 64% de la variación del precio de la lana (Nolan, 2014).

Sin embargo, para lograr el formato de vellón, se requiere de un proceso de lavado y caracterización que necesita recursos hídricos, mano de obra, tiempo y espacio, y cómo a los productores de doble propósito no tienen cómo prioridad productiva este subproducto, la venta se realiza con la lana recién esquilada y sucia. En el caso de los productores con un ganado de alta calidad para el hilado, la oferta de compra viene de forma internacional. La producción de lana, que alcanza una cifra anual de aproximadamente 10.000.000 de kilos, se comercializa todo el año cómo lana sucia o lavada, donde últimamente se registran partidas de exportación de lana sucia a India, Pakistán, Turquía y China (FIA, 2015).

Y a su vez, en este mercado entran agentes clasificadores cuya labor inicia en los lugares de acopio del recurso o desde el mismo campo, con el objetivo de ordenar y categorizar la lana en fardos loteados separados dentro del galpón de esquila (Benavides et al., 1998) para ser puestos a la venta en el mercado al precio correspondiente (García, 1996)

## 2.1.3

# Valor económico y *emocional*

Para lograr la venta de lana, esta debe tener como principal atributo su color blanco, ya que este permite obtener productos finales teñidos en colores tenues (ProChile, 2006). Por esta razón, es común que los agentes clasificadores mezclen diferentes fardos para aprovechar las características de cada uno y además diluir los defectos de los otros (Apeleo, 2008).

La venta del recurso, ya sea sucio, en vellón o lavado, es juzgado también por el grosor de su fibra y la zona corporal de donde fue esquilada, obteniendo una variación en su valor de hasta un 30 a 40% inferior (Ensminger, 1973), donde las fibras largas y de espesor fino se consideran de calidad alta para el hilado y que pueden ser posicionadas en un mercado textil de alto valor (Gonzalo, 2017).

Por otro lado, las fibras de diámetro medio y grueso se consideran de calidad media/baja para el hilado textil por lo que se utilizan para desarrollar productos secundarios tales como alfombras, colchones y revestimientos de construcción, los cuales que tienen una cotización en el mercado textil baja por no tener las propiedades de tacto deseables para el consumidor del mercado textil.

Esta tendencia discriminatoria ha estado posicionada durante un largo plazo como una característica irreversible en las preferencias del usuario (Cardellino, 2020). Sin embargo, como se menciona, influyen también una serie de factores relacionados con el rendimiento, calidad y usos posibles en la industria, dirigidos por el análisis de la fibra según su micra, largo y volumen (Imagen 10).

La fibra de lana se mide en **micras**, siendo un **menor valor una mayor finura**, y viceversa.

### Merino y Corriedale



**15 a 28 micras de grosor**

Vellón suave con un largo de mecha de 7 a 13 cm, con un crecimiento parejo.

### Suffolk y Texel



**25 a 33 micras de grosor**

Vellón con grosor medio, irregular y un largo de mecha de 8-16 cm.

### Romney y Dorset



**29 a 37 micras de grosor**

Vellón con un largo de mecha de 8.3 a 8.5 cm, de aspecto cuadrado y corto.

2.1 INDUSTRIA GANADERA OVINA

02 MARCO TEÓRICO



Imagen 11, 12, 13 y 14  
(Recuperada de Memoria Chilena, 2023)

“Para no botar la lana, ya que *sé el valor que tienen mis ovejas*, le bajo el precio con tal de que se la lleven”

- Ignacio Figueroa, 2022.

Sin embargo, este desecho tiene un punto crítico, puesto que los buenos ganaderos no sólo producen alimentos, si no también cuidan y conservan sus agro recursos de los cuales forman parte (Jordana, 2015), por lo que hay un factor emocional que les impide a estos botar la lana con baja demanda comercial. Ignacio Figueroa, ganadero de doble propósito en Horcón, indica que “para no botar la lana, ya que se el valor que tienen mis ovejas, le bajó el precio con tal de que se la lleven” (comunicación personal, 22 de septiembre 2022). En ese sentido, el manejo que requiere la lana una vez esquilada pone a los productores en un punto de disminuir el valor económico de los lotes hasta que artesanos de zonas cercanas a sus campos se interesen en comprar. Sin embargo, estos artesanos deben cumplir con ciertas características que le permitan procesar la lana de manera casera,

oficio cada vez más escaso debido al esfuerzo que supone realizar el trabajo.

Actualmente en Chile, existe una escasa cantidad de hilanderas disponibles en las zonas rurales del país, las cuales además poseen además un bajo poder adquisitivo de compra de lana en grandes cantidades, por lo que su terminan siendo un aporte marginal cómo compradores. A pesar de ello, siguen siendo las principales compradoras de lana de los productores y a su vez, cumplen con un rol emocional y tradicionalmente cercano a los ganaderos, donde se observan relaciones familiares heredadas de años entre los oficios, donde artesanos y ganaderos no sólo convivían si no también compartían técnicas ancestrales para poder darle un mayor valor a la lana esquilada (Navarrete, M., INDAP, 2021).

## Horcón Región de Valparaíso

“Actualmente tengo 5.000 kg de lana  
en bodega acumulada hace 3 años.  
Antes la vendía, pero ahora la regalo o quemo.

Me da pena, porque sé el valor que tienen  
mis ovejas, pero necesito ese espacio”

Ignacio F. Ganadero.





Imagen 15  
Kilos de lana almacenada sin vender  
(Elaboración propia, 2023)



Imagen 16  
(Fotografía recuperada de [www.unsplash.com](http://www.unsplash.com), 2022)

## 2.2.1

### La materia prima

El valor de la fibra de lana no sólo está en la percepción de los ganaderos si no también en sus propiedades biológicas, ya que al ser una fibra natural que crece desde un ser vivo, cumple un propósito en la naturaleza y se desarrolla espontáneamente sin necesidad de intervención humana (Kviseth y van Delven, 2020) es considerada un **valioso recurso natural**.

Según The WoolMark Company (2022), la lana es una fibra de múltiples propiedades, dentro de las cuales destaca su capacidad de absorber hasta un 35% de humedad en su propio peso, provocando que resista altas temperaturas (p.2) y que ante el frío extremo de -186°C, no logre entrar en un proceso de congelación (Claudio Lopez, comunicación personal, 05 de octubre de 2022)

Esta fibra animal contiene un 82% de **queratina** en su composición, la cual es una proteína fabricada en la piel de las ovejas (Petrie, 1995) que químicamente, al ser una proteína ordenada, le otorga una gran resistencia al ambiente que la rodea. A su vez, le otorga amplias propiedades térmicas, la ya mencionada capacidad para absorber hume-

dad, el desarrollo de su inherencia al fuego, aislamiento acústica, la capacidad de evitar eficazmente el desarrollo de organismos fúngicos y bacterianos que tienden a ser los responsables de la degradación de la fibra, y finalmente, la resistencia que desarrolla esta proteína permite que la fibra posea una buena adhesión a otros materiales y temperaturas, por lo que es considerado un recurso con **amplias áreas de experimentación e investigación** (Sánchez et al., 2017). Al ser un recurso natural, la lana logra cumplir un rol particular en el desarrollo los productos, puesto a que se posiciona cómo un recurso **bio-degradable** en el subsuelo, característica adquirida al ser un material de procedencia natural (Kviseth y van Delven, 2020).

Dentro de los rubros donde se ha desarrollado este recurso por las características que lo definen, se encuentra con mayor predominancia el rubro **textil**, siguiéndole el rubro de la **construcción** y otros más experimentales cómo aplicaciones **bio médicas** y productos **estéticos** gracias a la calidad y posibilidad de extracción de la queratina presente en su composición (Fernandez, et. al., 2015).

## Estructura de la *lana*

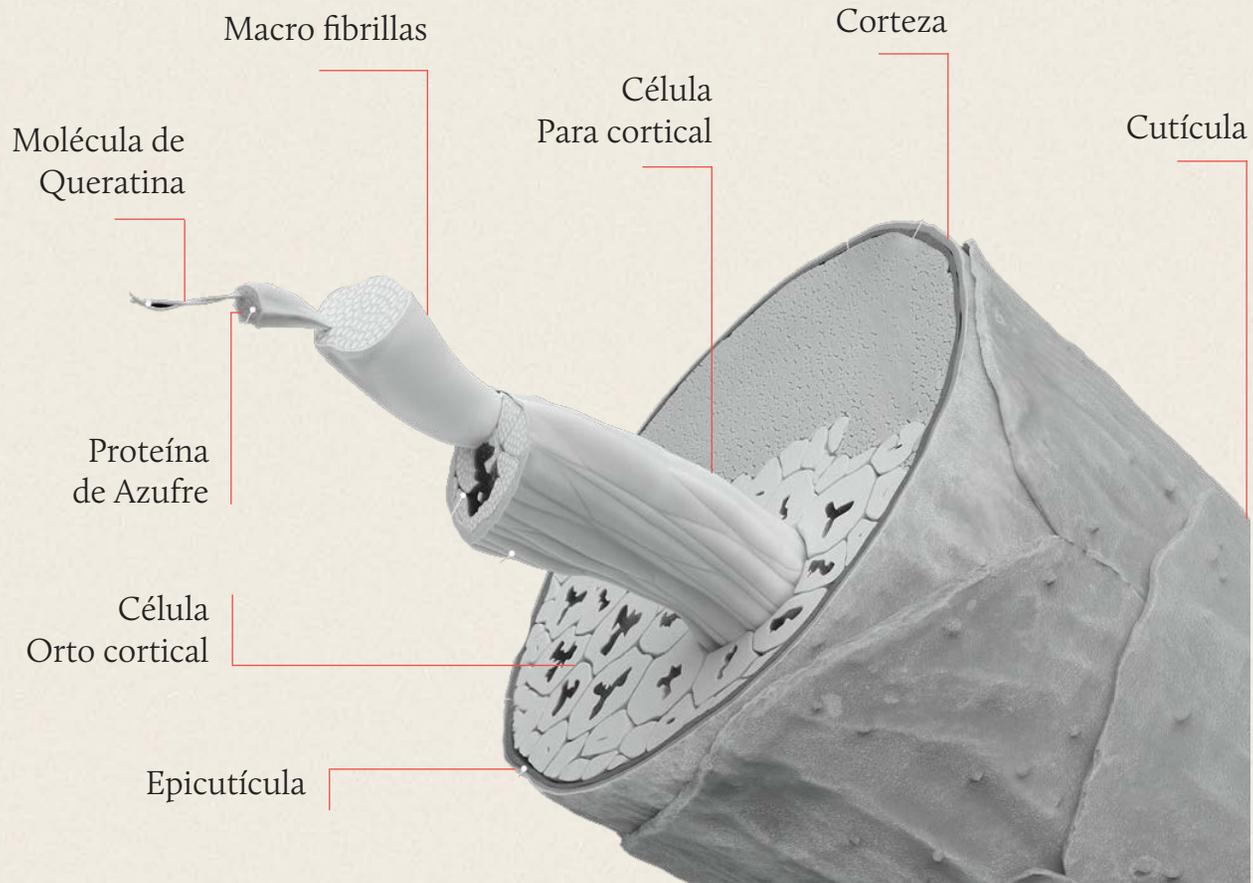
Cómo se mencionó anteriormente, la fibra posee variaciones entre razas que se ven influidas tanto cómo por su mejoramiento selectivo, clima, edad del animal, nutrición, sanidad, cómo otros aspectos del manejo del ganado, sin embargo, estas variaciones sólo influyen en una característica de la lana (Levin, 2001)

Una fibra de lana se constituye por dos capas importantes: la capa **externa**, integrada por células planas superpuestas como escamas, es la que otorga la manera en que sentimos la lana y que puede influir positiva o negativamente por la existencia de variaciones heterotípicas, desiguales, pigmentadas, con baja densidad, quebradizas o manchadas **según la raza ovina**. Y otra capa **interior**, la cual se compone de una estructura cortical interna que contiene proteínas de cadena helicoi-

dal llamadas Queratina, secuencia responsable de las características funcionales de la lana y que **no varía entre razas ovinas** (Imagen 17).

El crecimiento de esta materia prima se produce en ondas, generando el **rizado característico del pelaje de las ovejas**, y al momento de realizar la esquila, la fibra no se obtiene pura, sino que viene acompañada por tierra, materias vegetales y una grasa parte del metabolismo ovino: la **lanolina**, secreción sebácea que permite que la oveja repela el agua del ambiente. Al ser lavada, la fibra pierde hasta un **30% de su peso** eliminando en mayor parte la secreción sebácea e impurezas propias de su hábitat. Sin embargo, la grasa se va eliminando **sólo con el lavado extenso**, ya que al ser repelente al agua, si no hay un elemento químico de por medio, su eliminación es difícil.

La **aislación térmica** y **sonora** de la fibra se genera desde la **célula orto cortical** y la variación por raza **sólo se genera** en la **cutícula exterior**.





“... la *queratina* es la proteína no alimentaria *más abundante*, por lo que los residuos que la contienen pueden verse como un recurso renovable esencial en la creación de *nuevos materiales...*”

(Goyal S., Dotter M., Diestelhorst E., et al., 2022).



## Resistente

Una de las propiedades mecánicas es su habilidad de deformarse plásticamente **sin romperse**.



## Higroscopicidad

Capacidad de **absorber hasta 1/3 de su peso en agua** del ambiente en una atmósfera húmeda.



## Aislación térmica y sonora

La fibra tiene la capacidad de hincharse y **retener la temperatura junto a las ondas sonoras ambiente**.



## Fieltramiento

Por sus escamas, la lana tiene la capacidad de **adherirse fuertemente entre ella y crear una firme estructura**.



## Bio degradable

Su descomposición natural ocurre enterrada en el subsuelo, **liberando nutrientes para la tierra**.



## No conductible

La estructura química inherente de la lana hace sea naturalmente **resistente a las llamas**.

2.2 LANA OVINA

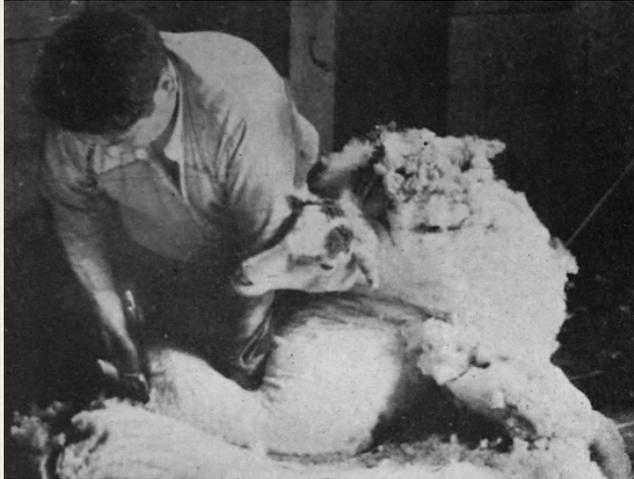


Imagen 19, 20, 21 y 22.  
Lavando lana en el río Azuer. Membrilla (Ciudad Real) 1970.

## 2.2.3

### Manejo productivo *para el textil*

La manufactura de esta materia prima es un oficio vigente hace siglos, principalmente por la simplicidad que suponía hilar la lana frente a otras fibras animales y, el hecho de “que el hombre estaba acostumbrado a vestir pieles” (Levin, 2001) cómo lo era el cuero animal en forma de vestido.

En sus inicios, el trabajo de la lana para crear textiles, o mejor conocido cómo él **hilado de lana**, consistía en el sencillo paso de frotar la fibra con los dedos hasta que sus escamas exteriores se unieran lo suficiente para conseguir un hilo fuerte, similar a lo que ocurre con el fieltro pero en un grosor de hilo. Pasados los años, llegó el **huso** a agilizar el proceso, el cual es una herramienta caseira de madera, en forma de trompo, que al mantenerlo suspendido girando en posición vertical, iba armando el hilo de lana. A medida que la demanda

de la lana cómo textil fue incrementándose, las técnicas productivas comenzaron a desarrollar **mayores perfeccionamientos para agilizar los procesos manuales**, donde se comenzó a establecer fuertemente la maquinaria industrial del hilado textil (Levin, 2001)

Se comienzan a ver herramientas con adelantos tecnológicos que iban incorporando mejoras en los procesos para elevar la productividad y calidad de los productos, cómo el torno de hilar, las maquinarias de lavado masivo con detergentes, el cardado o *peinado* industrial, un mejor procesamiento del vellón de los agentes que caracterizaban su calidad y, en pos de mejorar esta comercialización, se agregaron más rondas de lavado industrial para dejar la lana **completamente libre de impurezas y olores antes de confeccionar**(Imagen 23).

## Etapa 01

Procesos a realizarse desde el **campo ganadero** para comenzar la producción textil de lana.



### 1. Esquila

1 a 2 personas por oveja.

1 máquina de esquila por oveja.

Espacio de esquila considerando: 2x2 mt por oveja.

Espacio de albergue considerando obtener **3 kilos de lana por oveja**.

## Etapa 02

Proceso que se realiza según las **condiciones de entrega** del la lana. Si esta sucia, debe entrar a lavado.



### 2. Lavado

2 personas por tanda según kilos a lavar.

**Primer lavado:**  
Grifo con agua tibia y químicos. Se deja remojar.

**Segundo lavado:**  
Grifo con agua fría y revuelta constante.

**Agua utilizada:**  
50 litros de agua por kilo de lana.

## Etapa 03

Los siguientes procesos permiten dejar **peinada, sin nudos ni impurezas** la lana gracias a técnicas de fricción controlada. Deben ser realizados en maquinaria industrial especializada.



### 3.1 Cardado

2 personas especialistas para posicionar lana.

96 minutos por tanda de kilos de lana.

La maquinaria de cardado **debe permanecer encendida** todo el tiempo que se esté procesando la lana.



### 3.2 Peinado

4 a 5 personas especialistas para posicionar y analizar la calidad de lana.

60 minutos por tanda de kilos de lana. El proceso se repite **5 veces**.

La maquinaria de peinado **debe permanecer encendida** todo el tiempo que se esté desenredando la lana.



### 3.3 Sacudida

1 persona para posicionar y supervisar la lana.

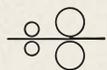
30 minutos por tanda de kilos de lana. El proceso se repite de **2 a 3 veces**.

La maquinaria de peinado **debe permanecer encendida** todo el tiempo que se esté limpiando la lana.

El siguiente diagrama de flujo expone el proceso completo desde que es puesto el ovino a esquila, hasta la confección de los textiles en base a lana.

## Etapa 04

El estambre permite **ordenar las fibras de lana** para que al momento de hilar, no se generen nudos y quede el hilo continuo.



### 4.1 Estambre

2 a 3 personas **especialistas** para supervisar el correcto estambre de lana.

La maquinaria procesa la lana para que quede **40 veces más delgada** que cómo fue recibida.

### 4.2 Hilado

2 personas **especialistas** para supervisar el hilado de la lana.

**30 minutos** de trabajo por kilo de lana.

La maquinaria tuerce el hilo una o dos veces, **dependiendo del grosor final** que se necesita.

## Etapa 05

Procesos que dan color a la lana para ampliar la variedad de hilos en la confección textil. **No es incluido en todas las fábricas.**



### 5.1 Teñido

4 a 6 personas para definir, separar y supervisar el teñido de lana.

El color se aplica mediante la utilización de agua caliente. Se utilizan aproximadamente **20 a 30 litros de agua** por kilo de lana.

### 5.2 Lavado

3 a 4 personas para supervisar y certificar calidad de la lana procesada.

Se busca **eliminar todo resto de tinte y suavizar** la fibra para la venta.

Agua utilizada: **50 litros de agua** por kilo de lana.

Un adecuado procesamiento de la materia prima **logra un producto de óptima calidad, con mayor valor percibido** (Valencia C., 2007)

## Etapa 06

En esta parte del proceso, se realiza la venta a **empresas textiles especializadas** en producción de ropa.



### 6. Confección

La confección se realiza en industrias especializadas y en ese sentido, **puede volver a existir un lavado y procesamiento industrial del textil** según su aplicación final.



“El escenario de múltiples requerimientos explica la *gran fragmentación de actores* en los distintos eslabones de la cadena, y el hecho que la misma no haya sufrido mayores modificaciones en los *últimos 100 años*”

(Apeleo, E. 2008)

Imagen 18  
(Recuperada de Artesanía Chilena, 2022)

Cómo se pudo observar en el diagrama de flujo anterior, el manejo productivo actual de la lana, requiere de una **amplia cantidad de recursos, ya sean humanos, hidricos, eléctricos, espaciales y operacionales**, los cuales encarecen su realización hasta el punto de convertir un recurso considerado cómo sustentable y valioso para el medio ambiente, en una industria potencialmente dañina gracias a efectos colaterales de su producción.

Se han visto cifras alarmantes gracias al informe publicado por el **Centro para la Diversidad Biológica y Circumfauna** el año 2021 llamado “*Shear Destruction*”; en el cual se ahondaba en el daño a la biosfera provocado por su masiva producción para la creación de nuevos textiles.

La ropa fabricada con lana tiene un alto precio en emisiones de gases de efecto invernadero, ya que como observamos en la cadena productiva, hay muchos actores y uso del espacio involucrado, que junto a la contaminación de aguas para el procesamiento de la materia prima y el uso de recursos naturales para hacerla óptima y deseable para el mercado textil, **la convierte en uno de los materiales más contaminantes dentro de los disponibles para la fabricación de ropa.**

Dentro de los datos a destacar del estudio, son relevantes los que involucran el uso de recursos hidricos, donde indican que por **"cada kilogramo de lana lavada, se descargan desechos orgánicos e impurezas en el agua similares a las que contiene un alcantarillado de un pueblo de 30.000 personas"** (Feldstein, S. 2021). Este escenario se mantiene incluso con las regulaciones existentes en las diversas empresas orientadas a evitar la contaminación del agua, logrando sólo rescatar un **30% del agua contaminada** por los residuos del lavado.

De esta forma, el costo climático de la lana de oveja llega a ser hasta **3 veces mayor que el acrílico, y 5 veces mayor que el algodón cultivado**, un dato alarmante considerando que los consumidores actuales del rubro, siguen la tendencia de elegir materiales que, para su perspectiva, son más sustentables a la hora de vestir y mejores para el planeta, **llegando incluso a discriminar empresas según su nivel de responsabilidad medio ambiental.** (McKinsey, 2020).

## San Gregorio Región de Ñuble

‘Y ahí me puse a hacer un curso,  
lo que sea, por que la estábamos quemando.  
¿Cómo vamos a quemar la lana?  
Tuve que aprender algo para hacer,  
ahora seguimos quemando  
pero menos.’

**Elvira M. Ganadera.**





Imagen 2  
(Elaboración propia, 2023)



Imagen 24  
(Fotografía recuperada de [www.pinterest.com](https://www.pinterest.com), 2023)

## 2.3.I

# Los materiales

A lo largo de la historia, los materiales han desempeñado un papel fundamental en la evolución de la humanidad. Desde los primeros tiempos, cuando los seres humanos utilizaban piedras y palos para cazar y construir refugios, hasta la era moderna de hoy, donde hemos desarrollado materiales altamente sofisticados, nuestra capacidad para aprovechar y manipularlos ha sido clave en la evolución humana. Inicialmente, los humanos dependían en gran medida de los recursos naturales disponibles en su entorno, pero a medida que avanzaba el tiempo, se comenzaron a descubrir otros materiales naturales, como el cuero y la madera, que ampliaron sus posibilidades y mejoraron su calidad de vida.

Con el paso de los siglos, se comenzó a experimentar con la transformación de los materiales, cómo lo fue aprender a fundir el bronce y el hierro. Posteriormente, se comenzaron a descubrir materiales que podían nacer de otros componentes y que además, eran más fáciles de producir generando que, hasta el día de hoy, se haya desarrollado un modelo de producción lineal en el mundo reconocido como 'extraer recursos, producirlos, utilizarlos y desecharlos'.

Este enfoque, está llegando a su límite de capacidad física producto a la cantidad de residuos que genera.

Es por esto, que en las últimas décadas, se ha instalado con fuerza el modelo de **economía circular**, cuyo objetivo es mantener los productos, componentes y materiales en su mayor uso y valor en todo momento, minimizar la generación de residuos, combatir contra la escasez de recursos y reducir la huella provocada por estos en la naturaleza (Llorach, 2020), siendo a su vez un cambio sistémico que construye resiliencia a largo plazo, genera oportunidades económicas y proporciona beneficios tanto para el medio ambiente que nos rodea cómo a la sociedad que constituimos (Ellen Macarthur Foundation, 2019).

El desarrollo de nuevos materiales ocupa un significado importante en estas las nuevas exigencias del consumidor, del medio ambiente y el cambio sistémico que se está viviendo a nivel mundial, donde diversas investigaciones se han desarrollado en torno a la creación de materiales que puedan reemplazar aquellos nocivos para el planeta.

## Economía circular y *su desarrollo*

Desde finales de los setenta, se han desarrollado diversos significados y accionables para el pensamiento circular, cuyas herramientas buscan guiar a una sociedad e industrias en transición, abarcando tres principales objetivos: la capacidad de desarrollar oportunidades locales, diseñar los procesos productivos priorizando el comercio justo, y tener una lógica de producción considerando que todos los recursos volverán a ser parte del ciclo.

Es en este último objetivo que hace énfasis el pensamiento **“Cradle to Cradle” de Michael Braungart**, el cual mantiene una premisa que considera parte de un ciclo a todos los materiales de los procesos industriales cómo nutrientes para estos mismos, cuya caracterización radica en dos tipos: **el ciclo técnico y el ciclo biológico**. En este último se busca diseñar los productos de tal manera que

la pureza del recurso utilizado se mantenga libre de elementos nocivos y sus componentes sean fáciles de extraer para la incorporación a otros productos/sistemas, siendo un enfoque pionero en la innovación, calidad y diseño en que el residuo después de la vida útil en el producto que conocemos ya no se considera un residuo, sino más bien un **“nutriente”** que circula constantemente. Esta lógica se puede ver en el mundo que nos rodea, cómo lo son las flores de un árbol que al caer al suelo, se descomponen y nutren a los mismos organismos que permiten desarrollar el ciclo de nuevos árboles en la tierra (EPEA, 2020).

Sin embargo, no sólo es identificar e intencionar estos “nutrientes” circulares dentro de las mismas industrias, sino también, cómo es mencionado en el pensamiento de **“Ecología Industrial”**

de Robert Frosch y Nicholas E. Gallopoulos., se puede explorar el cómo incorporar aquellos subproductos de otros rubros, que no logran ser nutrientes para los ciclos de su misma producción, cómo materia prima en otras áreas que pueden no tener una relación directa o lógica. El reto de este enfoque es llevar la **dinámica industrial a un uso racional de los recursos naturales**, donde la normativa ambiental internacional se posiciona como un criterio más a la competitividad del mercado, de forma que el adoptar alternativas que valoren subproductos o desechos de la produc-

ción propia o ajena cómo recursos nuevos, abre a su vez un camino a una nueva forma de comercio que involucra no sólo la producción de estos si no también los **patrones de consumo** (Carrillo, 2009). En este contexto, se considera el sistema industrial cómo un ecosistema donde los elementos circulan dentro del mismo, independiente de su procedencia, logrando así que los desechos de una industria sean utilizados cómo materia prima valiosa para otra, reduciendo la carga de los actores sobre el medio ambiente. Esta manera transversal de utilizar los desechos permite a las industrias **reducir**

**costos de producción, crear sinergias que disminuyen la necesidad de transporte y gran parte de sus costos involucrados.**

Un ejemplo es la planta farmacéutica que produce insulina y tiene desechos de levadura. Al conectar con la industria de engorda de cerdos, valoran el desecho para el beneficio de esta (Imagen 25). Esta **red de colaboración** reduce la producción de nuevos recursos gracias a la optimización (Esan, 2016).

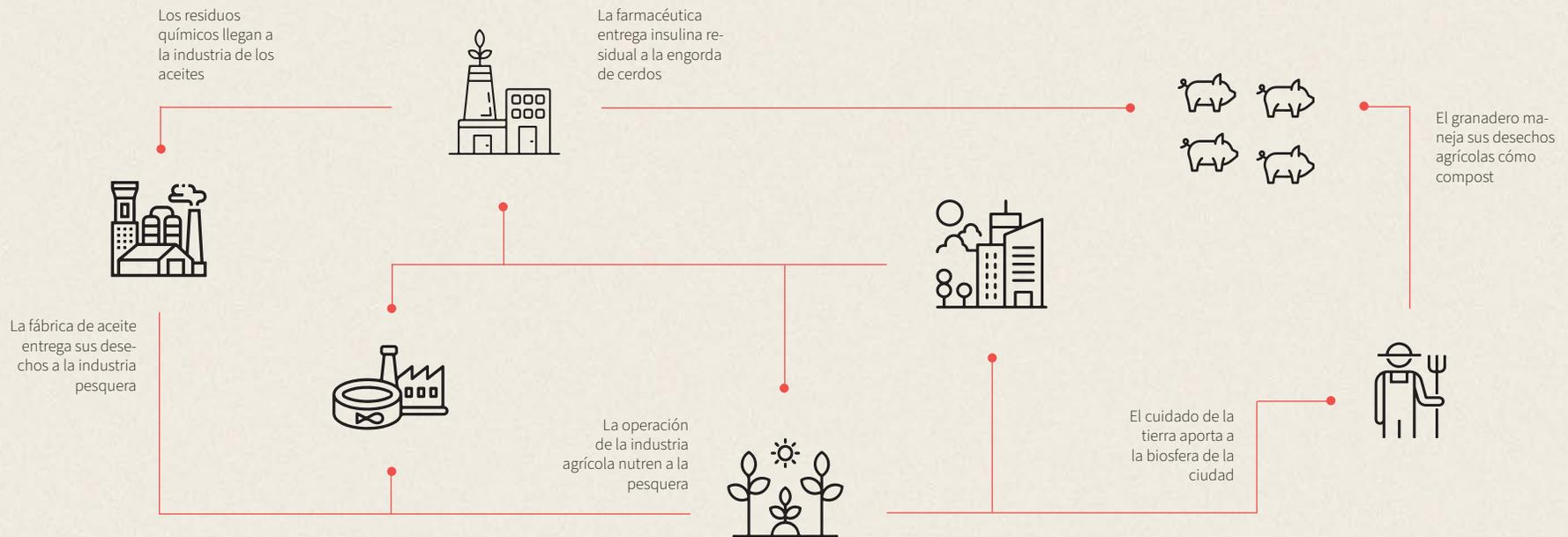


Imagen 25  
(Elaboración propia en base a Frosch, R. y Gallopoulos, N., 1989).



“Los diseñadores son actores cruciales que *identifican, idean, conectan y añaden valor* adicional a los ecosistemas”

- Fundación Ellen MacArthur, 2022.

La guía de diseño circular de la Fundación Ellen MacArthur, posiciona a los diseñadores como actores cruciales que identifican, idean, conectan y añaden valor adicional a los ecosistemas (2020), **considerando la diversidad de posibilidades a partir de los materiales abastecidos por la biosfera y disponibles para su uso.**

Sin embargo, bajo esta idea, es importante considerar que el rol del diseñador tendrá un mayor impacto si crea estrategias junto a otros profesionales, lideradas por el análisis retrospectivo de los productos lineales existentes, buscando llegar a una lógica circular. Es por esto que se debe diseñar con herramientas y metodologías que permitan una **investigación colaborativa**, cuyo intercambio de conocimientos promueva la construcción de comunidades multidisciplinares dentro de los pro-

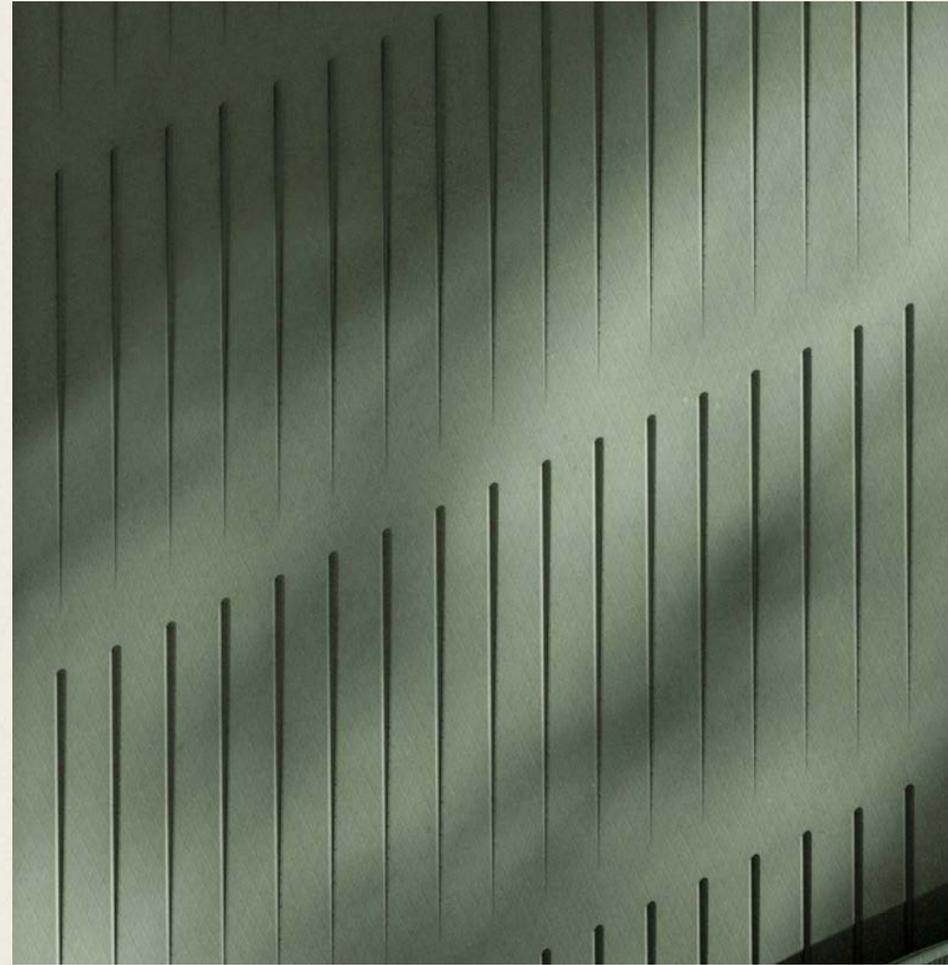
yectos, llevando la teoría de la economía circular a una **práctica industrial en red**, donde la aplicación de las hipótesis creadas por el diseñador puedan ser funcionales en el mundo real y no queden dentro del rango especulativo (Goldsworthy, 2019). De esta manera, se crean relaciones sostenibles entre disciplinas diferentes, pero que en colaboración, se pueden entender y formar un sistema de trabajo.

La sociedad a su vez, toma un papel importante en el diseño responsable y el sistema de trabajo proyectado, ya que el valor circular no sólo debe ser creado a nivel teórico para los materiales, procesos y/o productos, si no también debe considerar los aspectos emocionales, significativos y experienciales de las personas que van a dar espacio a crear los vínculos duraderos y significativos en torno al producto (Chapman, 2012).

## El diseño de nuevos materiales

“Penetrar en el mercado con productos superficiales y estructurales y, finalmente, hacer la transición a un modelo de negocio de economía circular en el que el desarrollo de nuevos productos es solo un componente de un sistema de construcción circular más grande”

**Berta Juliá, Diseñadora.**



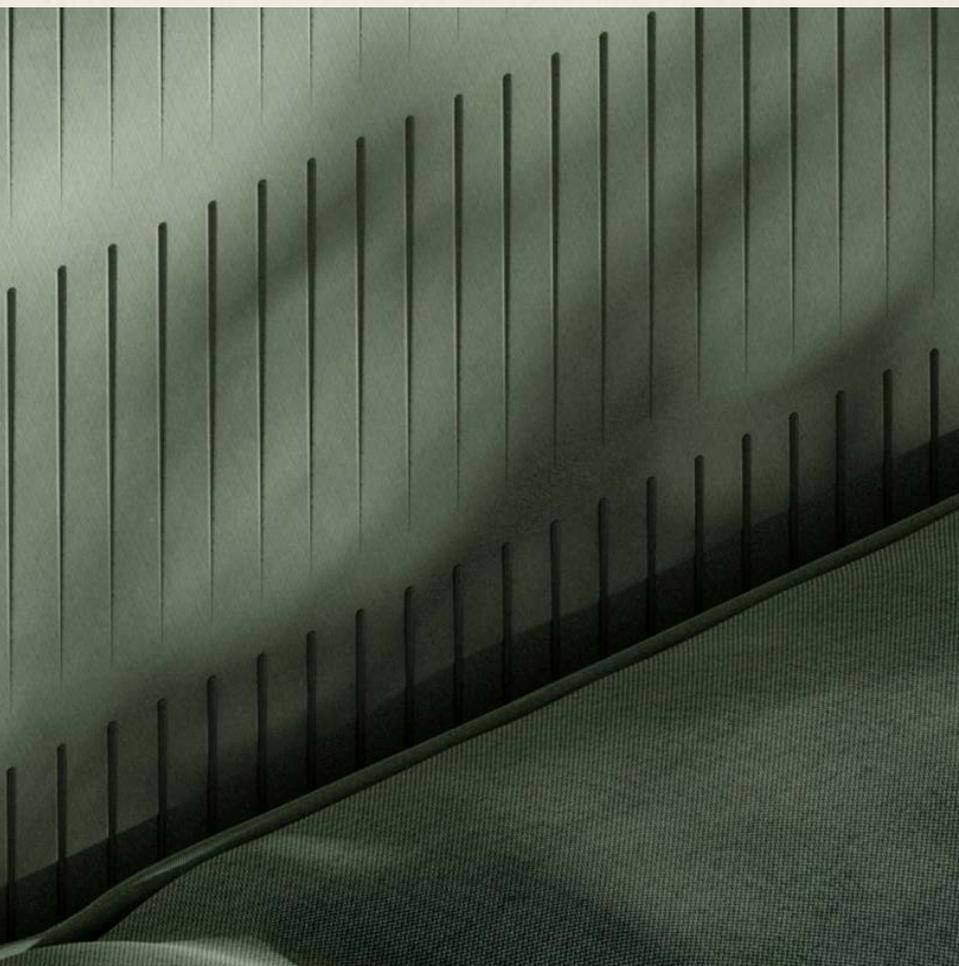


Imagen 26  
Azulejos elaborados a partir de residuos de papel.  
(Recuperada de [www.dezeen.com](http://www.dezeen.com), 2023)

## Innovación *en materiales*

El desarrollo de nuevos materiales ocupa un significado importante en estas nuevas exigencias del consumidor y el cambio sistémico que se está viviendo a nivel mundial gracias a la economía circular, donde diversas investigaciones se han desarrollado en torno a la creación de materiales que puedan reemplazar aquellos nocivos para el medio ambiente y que, posteriormente, **puedan mantenerse en los ciclos industriales cómo nutrientes para otras industrias o nuestra propia tierra.**

Hoy en día, los materiales han sido estudiados y trabajados para buscar alternativas que permitan disminuir la huella de carbono que estos dejan en el planeta, donde las investigaciones recientes han posicionado con fuerza el diseño de nuevos **materiales compuestos.**

### Materiales *compuestos*

Son una clase de materiales que se componen de dos o más recursos con propiedades individuales distintas. Estos componentes suelen ser polímeros, cerámicas, metales o fibras, y al combinarse, **crean un material con propiedades superiores a las de los materiales individuales.**

Sin embargo, a pesar de las ventajas de estos materiales, actualmente son unos grandes precursores de desechos tóxicos para el planeta, debido a que en su mayoría, son mezclas de materiales provenientes del petróleo, y al combinarse, su reciclaje y retorno a la industria, **se vuelve prácticamente imposible** (Fundación Ellen MacArthur, 2021).

A continuación, se observa una caracterización de los principales grupos existentes en el mercado y el **por qué de la necesidad de innovar en ellos.**

# Clasificación de los compuestos

Los materiales compuestos se pueden clasificar en varias categorías, dependiendo de la naturaleza de sus componentes y su estructura.

## Materiales compuestos reforzados con fibras, como la fibra de carbono.

Ofrecen una alta resistencia y rigidez gracias a la adición de fibras sobre una matriz. Se utilizan en aplicaciones aeroespaciales, automotrices y áreas náuticas.

## Materiales compuestos de una matriz metálica y cerámica.

Mejoran la resistencia en el uso y el desgaste. Son utilizados en su mayoría para aplicaciones industriales de piezas que requieran una mayor durabilidad durante su tiempo de uso.

## Materiales compuestos laminados reforzados con fibra de vidrio.

Al ser capas alternadas por un refuerzo y una matriz, proporcionan resistencia y durabilidad. Se utilizan en la construcción de productos y la fabricación de paneles para la construcción.

## Pros de los materiales compuestos



Alta resistencia y rigidez.



Peso ligero.



Resistencia a la corrosión.

## Contras de los materiales compuestos



Costos elevados



Fragilidad frente a impactos

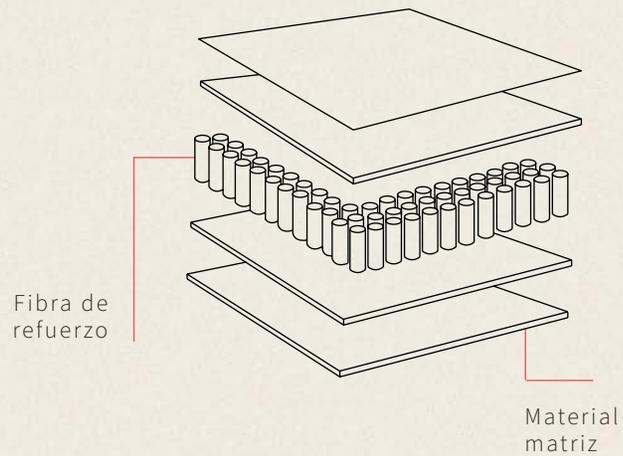


Uso de fibras de refuerzos **sintéticas** y no reciclables por su composición.

Cuando los materiales compuestos son enfocados en una utilización estructural, se pueden trabajar mediante la adición de diferentes tipos de fibras en una matriz según su objetivo funcional:

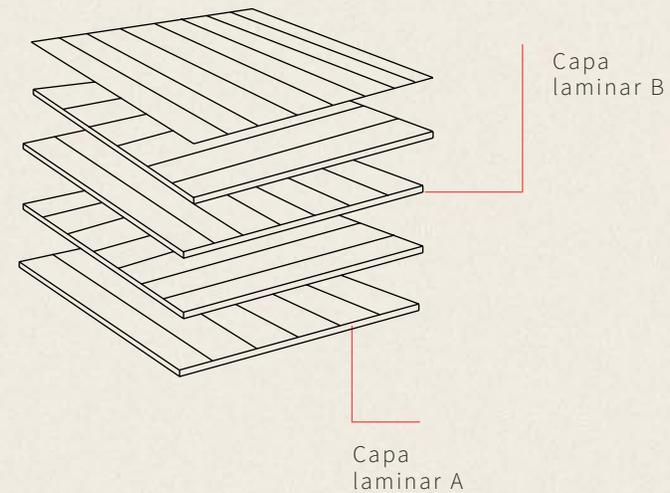
### 1. Estructura tipo sándwich

Mejoran las propiedades mecánicas pero sin un aumento de su peso. Esta composición favorece el aislamiento térmico y acústico.



### 2. Estructura monolítica

Se forman por capas de telas orientadas según su función. Este tipo de piezas están destinadas a sufrir las mayores cargas estructurales.



Vistas en explosión de composición de materiales según tipo de estructura.



**Honext** es un material compuesto fabricado con residuos de celulosa bajo la estructura tipo sandwich. Tiene excelentes propiedades como el aislamiento acústico y térmico.

Una alternativa para sobrellevar las desventajas actuales de los materiales compuestos, es buscar **complementar las matrices de estos con biorecursos disponibles**, de forma que se apacigua la carga productiva del material (Contreras, 2019) y generar así generar un equilibrio en su huella de carbono, ya que cómo se observo anteriormente, la mayoría de las fibras de refuerzo utilizadas en la creación de estos materiales han sido sintéticas provenientes del petróleo, cuyo uso es nocivo tanto para el medio ambiente cómo para el usuario que las manipula, por lo que la innovación dentro de la ingeniería en materiales se ha encaminado a utilizar **fibras naturales** provenientes de recursos renovables y potencialmente funcionales para **el reemplazo de las fibras sintéticas**, creando materiales más sustentables, adaptables al entorno y funcionalmente viables.

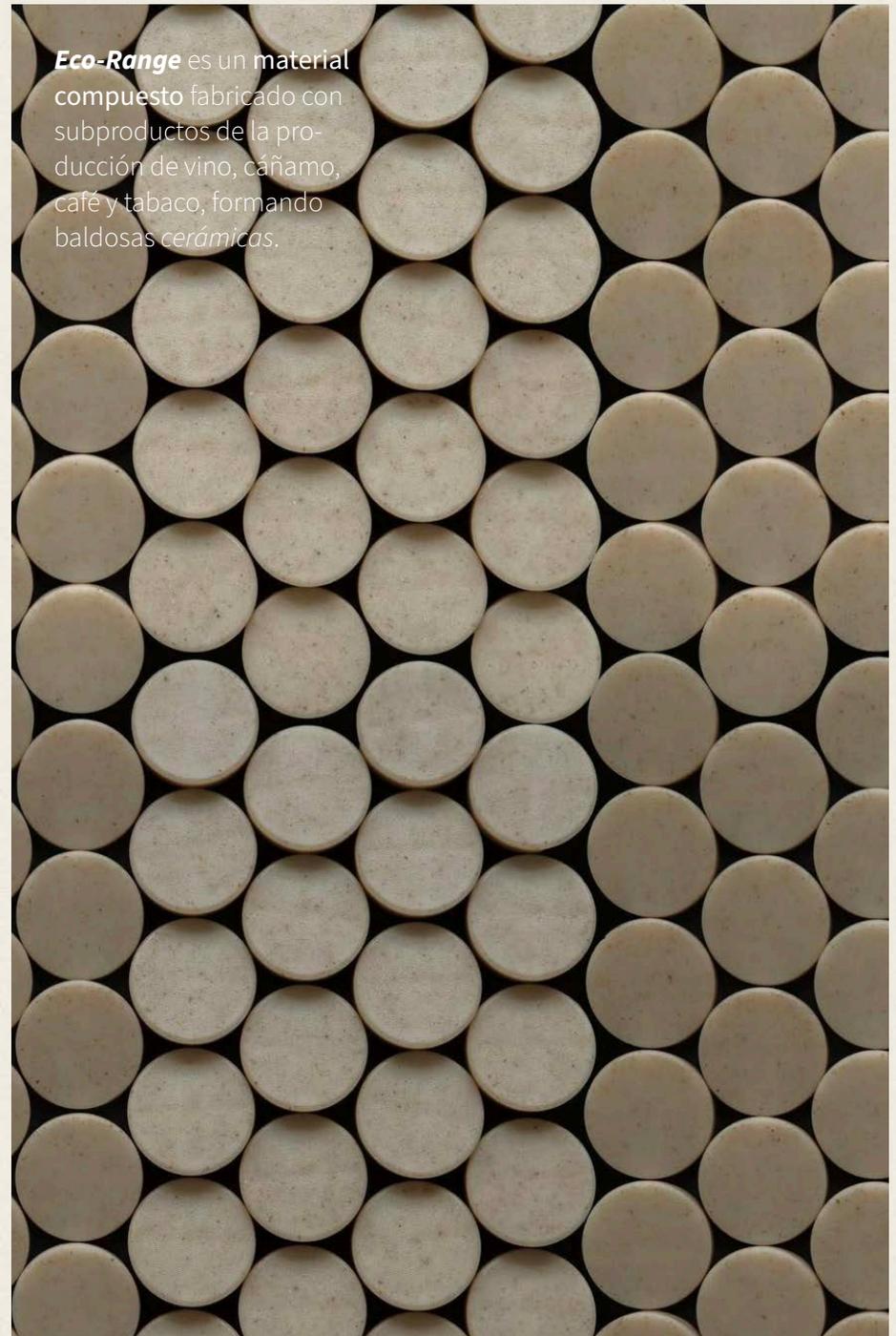
Bajo esta lógica, se han desarrollado pruebas compuestos con fibras naturales cómo el **yute, lino, cáñamo, celulosa** (Imagen 26), y dentro de los estudios más recientes, se han logrado integrar exitosa y funcionalmente fibras cómo la **lana de oveja, plumas de pollo y algunos más disruptivos cómo el pelo humano** (Mohanty, 2002).

Independientemente de cual sea la fibra biológica a utilizar, se observa un éxito en la implementación de estas para la creación de materiales biológicos funcionales y competitivos en el mercado.

**Contemporary Seashell**  
**Tadelakt** es un material compuesto estructural fabricado con conchas de ostras recuperadas de un restaurante de Londres.



**Eco-Range** es un material compuesto fabricado con subproductos de la producción de vino, cáñamo, café y tabaco, formando baldosas cerámicas.



Sin embargo, la creación de nuevos materiales conlleva, inherentemente, una dificultad de aceptación por parte de la sociedad al entregar experiencias inusuales y disruptivas frente a lo ya conocido, **complejizando su futura usabilidad.**

Esto supone un freno en el desarrollo sostenible de estos nuevos materiales, puesto que aunque se logre el resultado funcional esperado, si el usuario no logra conectar con este y no le hace sentido dentro de su capacidad intelectual, es poco probable que sobreviva a lo largo del tiempo. Es en este escenario, donde el diseño de materiales y productos deben ser creados a partir del **ecosistema del usuario y su capacidad inclusiva de**

**integrar elementos innovadores,** permitiendo que se tengan en consideración no sólo las propiedades físicas del material si no también el campo de desarrollo de este en su contexto experiencial (Rognoli, 2022), **considerando a su vez la existencia de una democracia participativa en el territorio.**

Es así, como el enfoque de **diseño participativo o co-diseño,** comprende la existencia de un mundo cambiante en el que se desarrollará el producto, valorando el hecho de que todos diseñan en su diario vivir.

"(...) El diseñador asume el papel de *facilitador* (...) Su campo de acción se traduce en ser un agente que orienta las actividades y se asegura de que las personas participen en ellas *creativamente.*"

(Manzini, E. 2008)

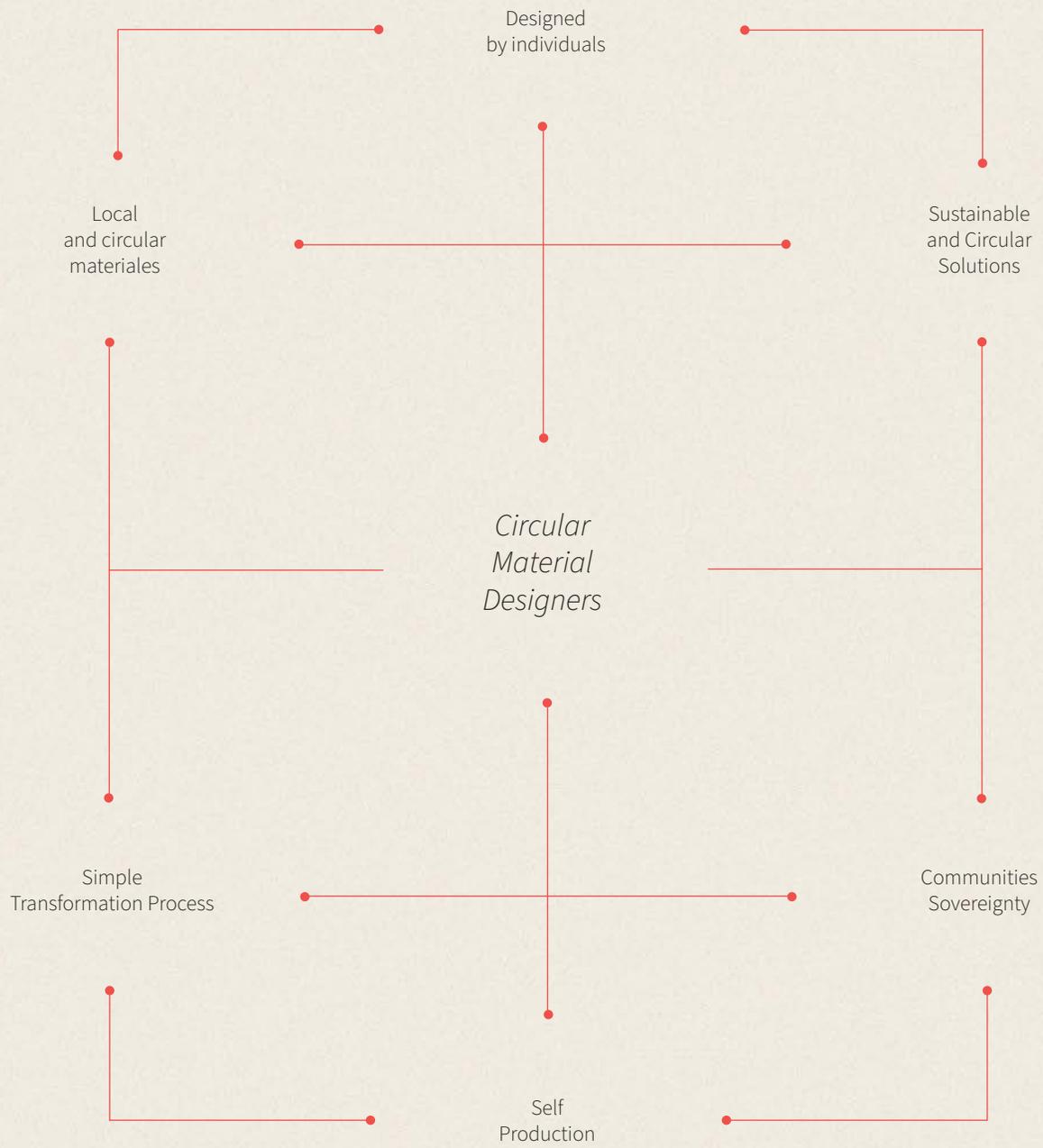
De esta manera, se construye de una visión compartida que es capaz de dar sentido, situando al diseñador como un **facilitador** que capta las acciones y/o habilidades de diseño que hay en cada persona de manera innata, las cultiva y potencia. Este enfoque permite hacer parte a las personas del proceso de crear, donde el diseñador y sociólogo Ezio Manzini distingue entre el diseño difuso (realizado por todos) y el diseño experto (quienes se entrenaron para diseñar) y cómo estos dos interactúan, de forma que se identifica el eje de acción del experto en diseño para desencadenar y apoyar los cambios sociales significativos, centrándose en formas emergentes de colaboración (2015) (Imagen 27).

A su vez, plantea que el mundo está siendo testigo de una ola de innovaciones tanto materiales como sociales, por lo que se debe considerar un proceso de **co-diseño abierto y expansivo** en que el se sugieren nuevas soluciones y se crean nuevos significados, permitiendo no sólo tener una consideración los elementos positivos de la experiencia del usuario, sino también aquellos significados ne-

gativos asociados a cada persona que podrían ser determinantes en la interacción con los sistemas y productos diseñados (Karana, 2015).

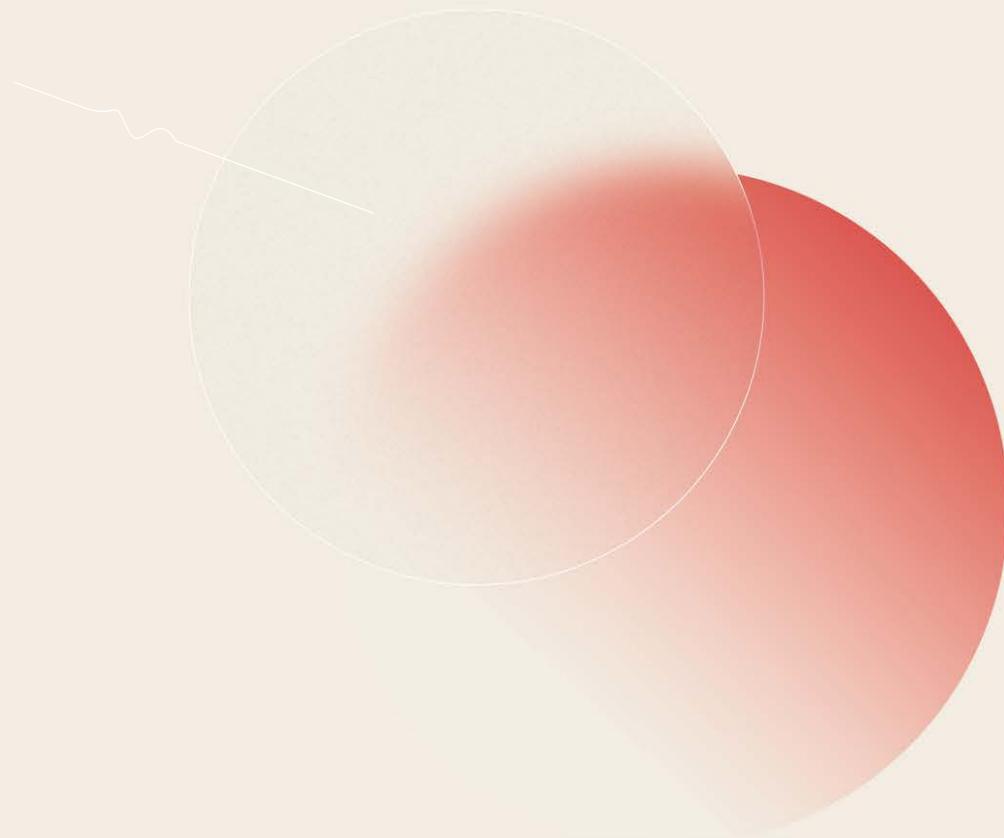
El **co-diseño** es una alternativa para sostener el diseño e implementación de nuevos productos sustentables, ya que según el estudio de tendencias “Fjord” realizado por la consultora Accenture, se declara el cuestionamiento respecto al fin de la abundancia de recursos de los consumidores de diferentes países, donde casi la mitad ha decidido **comprar menos productos para contribuir a la sostenibilidad** (2021). Esto ha obligado a las empresas a hacer un equilibrio entre **rentabilidad y sostenibilidad**.

Cómo consecuencia, se observa que la estrategia de las empresas va a moverse hacia el enfoque de **“Front Office”** cuyo objetivo es la transparencia completa de los procesos productivos, la materia prima utilizada y los actores involucrados en la fabricación (Fjord, 2022), dando así al usuario una completa fidelidad de que se trabaja en sintonía con sus motivaciones frente a la crisis.





Considerando la desvalorización de los residuos de lana en la industria ganadera ovina a nivel nacional, las propiedades de esta materia prima y la contaminación que genera su actual desarrollo en el rubro textil, **surge la oportunidad de crear**, a través del diseño circular y la exploración de la experiencia de usuario en el diseño de nuevos materiales, **un producto y su proceso de fabricación** que incorpore estos residuos, incrementando de esa forma el **valor** del subproducto ganadero en otra industria **diferente a la del hilado**, tomando en cuenta a su vez, la actual transición hacia una economía circular, donde los procesos de diseño no sólo deben responder a esta, **si no también a la sociedad que los acoge, otorgando un valor funcional y sostenible.**



# METODOLOGÍA DEL PROYECTO

03



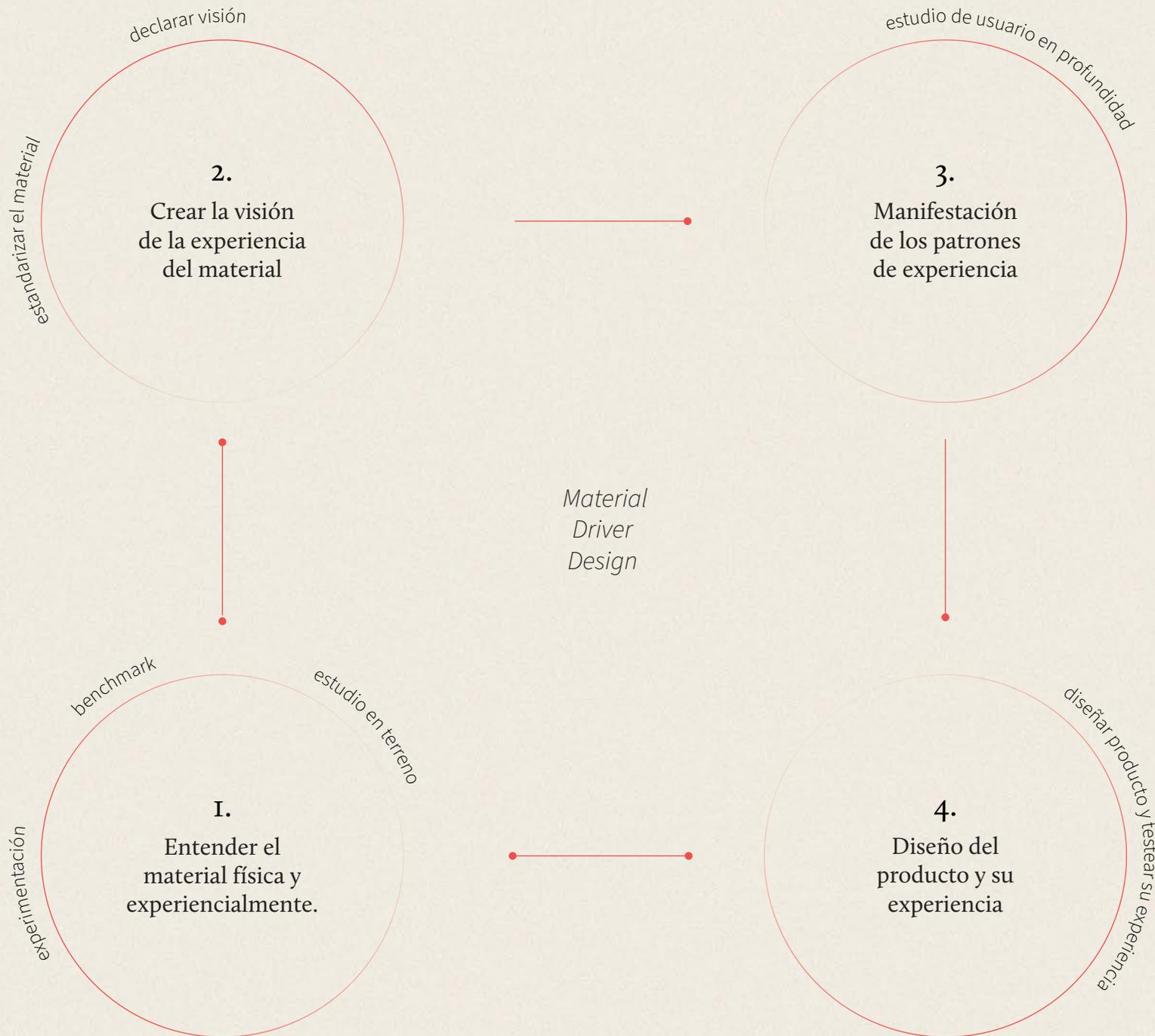
## Material Driven Design

Considerando los aspectos abordados en el marco teórico del proyecto y la expuesta necesidad de considerar no sólo el diseño del material y posterior producto en el camino hacia la sustentabilidad y diseño circular, **si no también el eje experiencial del usuario en torno a este para lograr una sostenibilidad en su habitar dentro del ecosistema**, se trabajara en marco de la metodología "Material Driven Design" (Rognoli, et al. 2015) junto con aproximaciones a la "Circular Design Guide" de Ellen MacArthur Foundation.

La aproximación mixta de estas metodologías permitirá guiar el desarrollo de productos emergentes para la sociedad, junto a la construcción de significados y espacios de interacción del usuario frente a ellos. El crear sentido permite reflexionar acerca de los materiales dentro de un todo situacional,

impulsando a realizar un diseño participativo para comprender la situación actual de cómo los usuarios valoran el material creado, como lo experimentan a nivel sensorial, significativo, emocional y performativo, y cómo estas experiencias se relacionan con las propiedades físicas del material, para así poder declarar la visión del futuro producto.

Una vez con la visión declarada, se trabajará en pos de identificar las condiciones del contexto, el usuario que tendrá interacción con el producto cómo también la bajada técnica y experiencial. A su vez, la guía de diseño circular permitirá el mapeo del rol del diseñador dentro de este sistema, considerando las limitantes que requieran un trabajo multidisciplinario, los elementos que acomplejaran la inserción del diseño cómo proyecto circular y las oportunidades para potenciar este.



## Entender el material física y experiencialmente

La primera etapa de la metodología se enfoca en **comprender profundamente el material a nivel técnico**, donde se comprenderá la naturaleza de este a nivel físico y químico, y aquellas que refieren a los procesos productivos a los que se someta el material. A su vez, el diseñador debe identificar el material a nivel experiencial frente a los usuarios, donde debe hacer partícipes a estos para entender su experiencia sensorial, que significados tiene asociados con este, cómo interactúa con él a nivel performativo y que le hace sentir emocionalmente (Rognoli, et al. 2015).

En el proyecto, se levantó una sesión participativa de diseño con un prototipo del material, donde participaron niños, jóvenes y adultos de diferentes sexos y profesiones, para así obtener una visión global de las interacciones a nivel experiencial.



## 2.



## Crear la visión de la experiencia del material

En la segunda etapa, se espera que el diseñador desarrolle el patrón de valor identificado tanto en las propiedades del material cómo los significados asociados a nivel experiencial.

Las interacciones críticas llevan a declarar la visión del producto a diseñar, la cual permite visualizar el material a nivel funcional y a su vez genera los cruces necesarios para la creación de una experiencia única del usuario cuando este entra en contacto con él (Rognoli, et al. 2015).

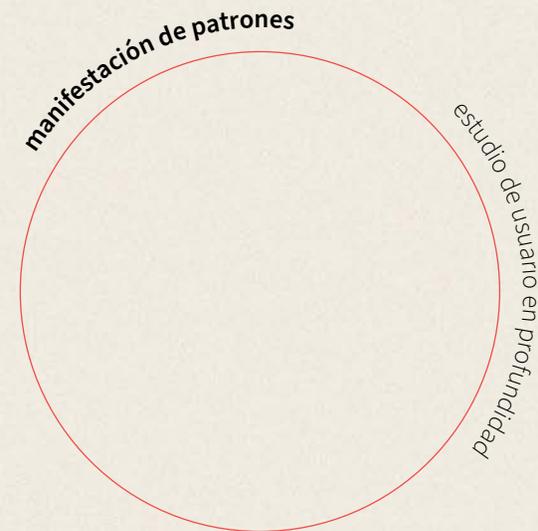
De esta manera, se puede comenzar a identificar los espacios de desarrollo e **implementación del producto**, por lo que es recomendable a su vez, iterar entre la primera y la segunda etapa de la metodología hasta que se tenga una visión global absoluta.

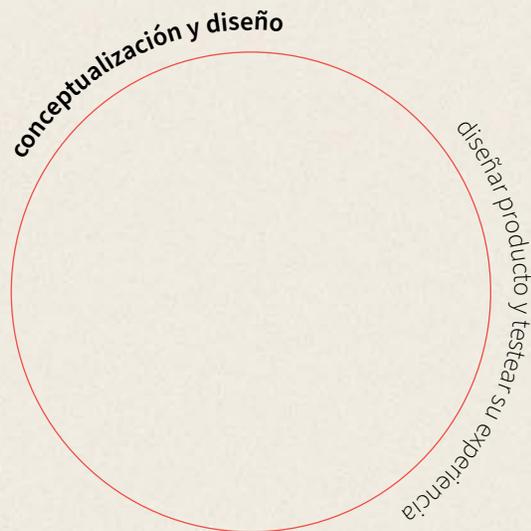
## Manifestación de los patrones de experiencia

En esta etapa se espera reiterar la sesión de co-diseño para comprender en mayor profundidad la experiencia del usuario frente al material **dentro de un contexto y producto específico** declarado a partir del primer acercamiento.

Se espera que durante el desarrollo de esta etapa se lleven a cabo actividades que permitan estandarizar el material a nivel técnico y a su vez, iterar con usuarios y diseñar la experiencia de uso en torno a su propósito de vida (Rognoli, et al. 2015).

Es esencial que en esta parte de la metodología se tome en consideración la guía de diseño circular para entender y mapear los procesos que aportan al desarrollo de un producto sustentable ya sea con su valor en la sociedad o para el planeta (Ellen MacArthur, 2017).





## Diseño del producto y su experiencia

La última etapa de la metodología está orientada a diseñar el producto y su proceso productivo a partir de los requisitos identificados, donde se integran las decisiones tanto funcionales como experienciales del material (Rognoli, et al. 2015).

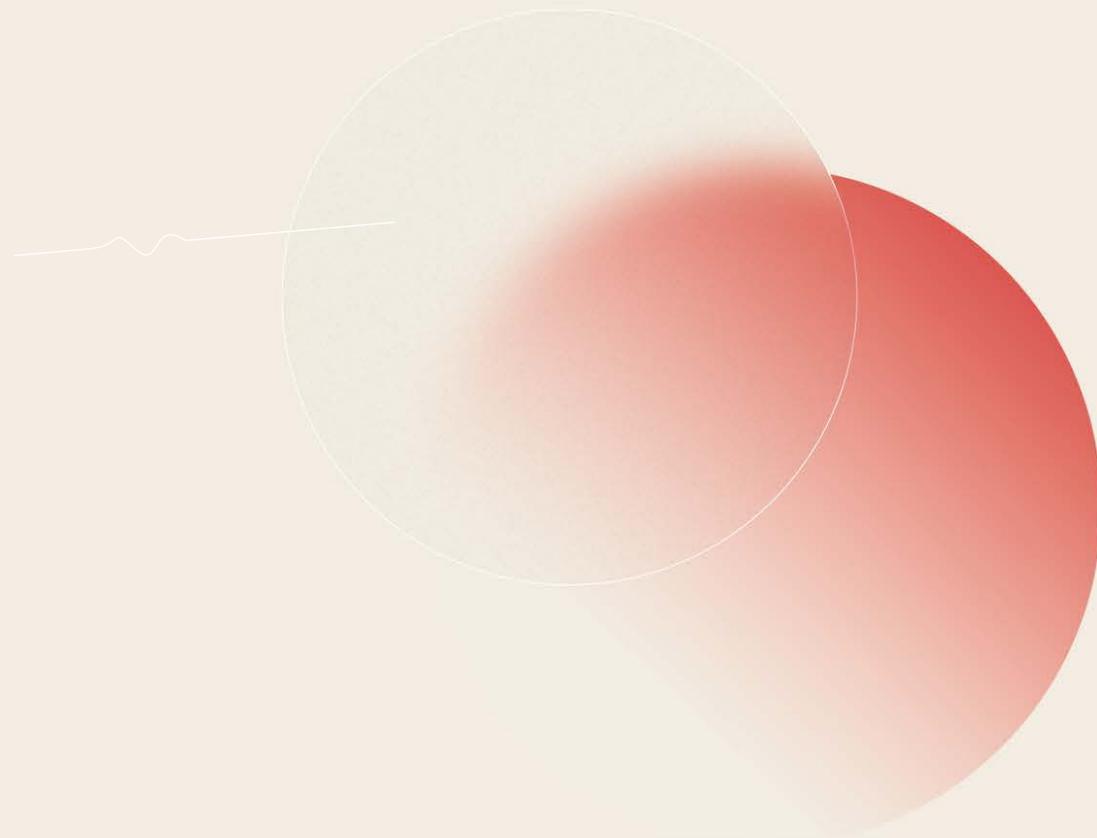
En esta etapa se debe tener en consideración el ciclo de vida del producto desarrollado, donde se debe analizar en profundidad su producción, los efectos colaterales de su existencia y los resultados de cada testeo con usuario. A su vez, es esencial crear la identidad y desarrollo de storytelling en el cual se enmarcará el producto.

Finalmente, se debe desarrollar el modelo de negocio y sostenibilidad del proyecto con los actores involucrados, considerándose como un ecosistema completo.

## 3.1.2

La siguiente tabla resume el **desarrollo metodológico del proyecto durante** seminario y título, considerando los objetivos generales, específicos, actividades y técnicas a desarrollar:

METODOLOGÍA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	I.O.V	ACTIVIDADES	TÉCNICAS
1. Comprender el material	<b>Comprender</b> las características técnicas y experienciales del residuo ovino, considerando sus posibilidades de desarrollo cómo material y los actores claves involucrados.	Posicionamiento de material en la tabla de Mike Ashby.  Análisis de las características físicas y experienciales del material.	Benchmark de materiales. Trabajo colaborativo con Facultad de Química UC para optimizar el manejo del residuo.	Revisión de literatura y tendencias actuales. Mapa de actores.
			Crear el prototipo del material. Realizar sesión de experiencia y significados con usuarios.	Experimentación en laboratorio.
2. Creación de visión	<b>Evaluar</b> la percepción y significado experiencial del desecho mediante muestras preliminares del material frente a los usuarios.	Sistematización de la sesión participativa.  Identificación de patrón de valor y requerimientos de diseño	Identificar las interacciones críticas y patrón de valor. Formulación de la oportunidad de diseño.	Prototipado. Sesión participativa.
				Triangulación. Anticipación formal.
3. Manifestación de patrones de experiencia	<b>Experimentar</b> y desarrollar el material en un contexto establecido, integrando en él decisiones que tomen en cuenta una producción de ciclo cerrado y la experiencia del usuario con este.	Ficha técnica de la estandarización del material.  Proceso productivo del producto y testeo con usuarios.	Trabajo colaborativo con laboratorio de fabricación digital en Campus Lo Contador.	Prototipado. Testeo con usuarios.
			Estudios mecánico del material pertinentes al contexto de aplicación	
4. Diseño de sistema producto	<b>Diseñar</b> el producto en base a desechos ovinos, considerando su proceso y resultado cómo un elemento sostenible y significativo para la sociedad.	Diseño final de producto junto a su ciclo de vida y modelo de negocios  Proyección para la optimización de recursos en el ciclo productivo del material, producto y futuras aplicaciones	Crear el producto, su proceso productivo y sistema.  Proponer un modelo de negocio coherente con las características del proyecto.	Plan de implementación. Modelo de negocios.



# DESARROLLO DEL PROYECTO

04



Se trabajó el proyecto a partir de **tres frentes de desarrollo** dados por la metodología.

Finalmente, se sistematizó la información para desarrollar la **visión y contexto** de implementación para el material diseñado.



En cada frente se trabajó con el **apoyo y opinión** de profesionales expertos en el área.





Imagen 18  
(Elaboración propia, 2022)

“Es tan fuerte la capacidad térmica de esta fibra que, al mínimo contacto con el exterior después de pasar por el frío extremo de -186° grados, logra absorber el calor natural del ambiente y volver a su normalidad”

**Claudio L., Químico.**



1. Frente físico-químico

# Frente físico - químico

En esta primera etapa de la metodología, enfocada en comprender el material, sus ventajas y desventajas, se decidió contactar a la Facultad de Química de la Universidad Católica de Chile, para iniciar una experimentación de laboratorio cuyo objetivo era identificar posibilidades en el manejo del recurso a través de sus propiedades químicas, y en conjunto, **optimizar las formas de trabajar la lana sin perder las propiedades de esta**. En esta experimentación preliminar, se entendieron diversas cualidades y limitantes del recurso y los resultados recopilados permitieron facilitar la visión del material, dando paso a una primera etapa de experimentación con el material, entendiendo sus propiedades principales y **anticipando la visión para el diseño de un material compuesto**.

Se recopilaron **tres datos importantes** del recurso:

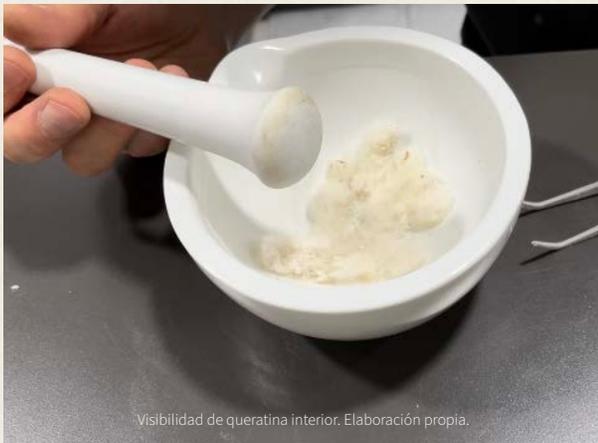
1. La resistencia térmica de la fibra es dada gracias a la **queratina** de su composición, por lo que su valor funcional se encuentra **dentro** de su estructura, no por fuera.
2. Su capa exterior al ser tan fibrosa, **dificulta su manejo** para utilizar sus propiedades funcionales. Esta característica es la que la ha llevado a ser hilada por años y, por consecuencia, insertada en el mundo textil.
3. La presencia de la grasa de la lana llamada **lanolina** es la principal responsable de los excesivos recursos hídricos utilizados en su producción. Se busca eliminarla, ya que con su presencia, **se pierden propiedades** como el someterla a altas temperaturas sin quemarla o, al tratarse como textil, ser agradable al tacto.



Extracción de queratina de lana. Elaboración propia.



Molienda con nitrógeno líquido, mortera y licuadora casera. Elaboración propia.



Visibilidad de queratina interior. Elaboración propia.



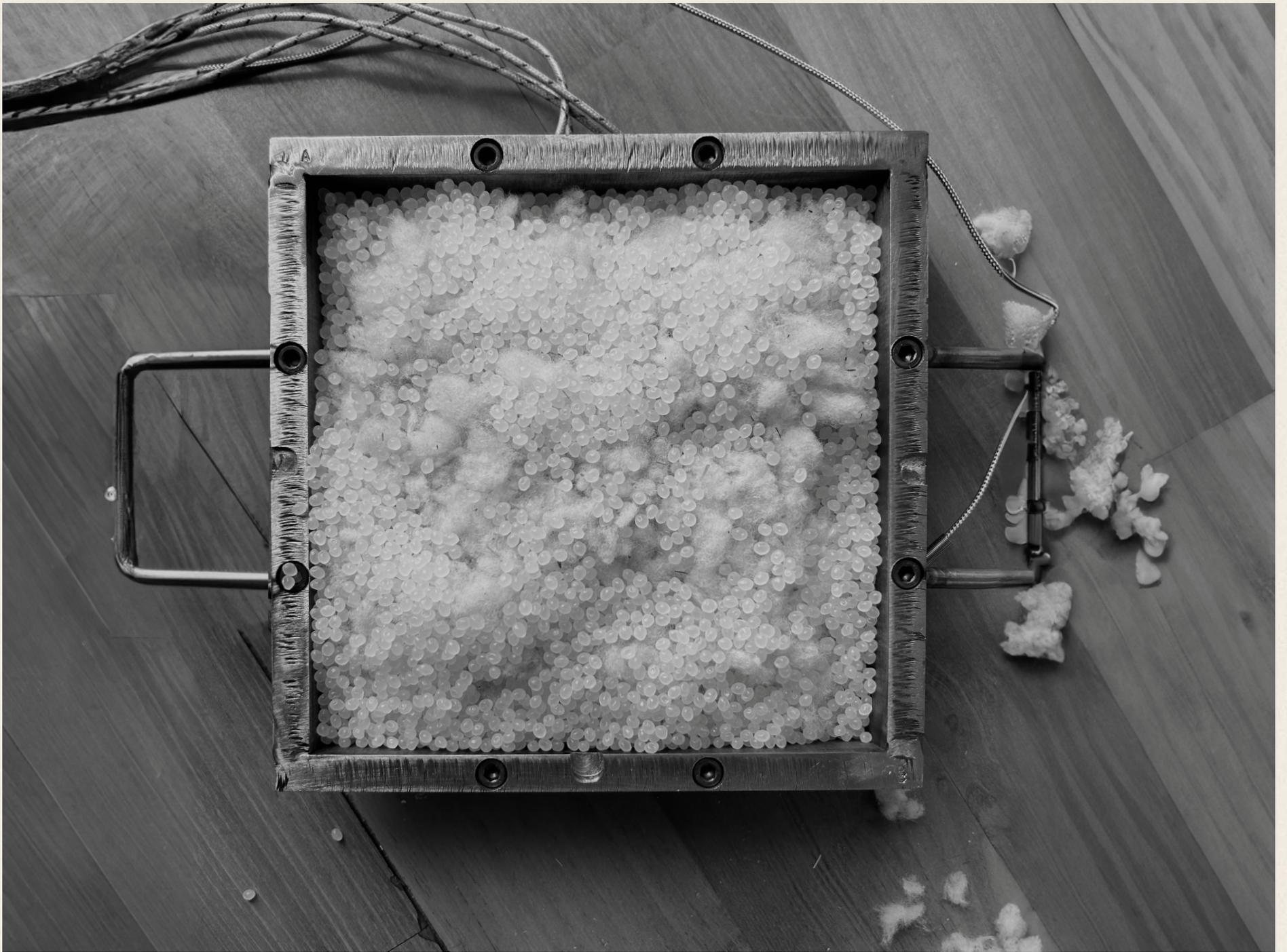
Prueba de composición material. Elaboración propia.

Luego de diversos estudios a la estructura química de la lana, se decidió diseñar en pos de valorar la **queratina** presente en la fibra, puesto que era la única proteína presente que **no sufría modificaciones independiente de su manejo**, y además es la encargada de dar la propiedad térmica de la lana.

A partir de esta información, se encaminó el manejo del recurso como una **fibra reforzante de un material compuesto**. La lógica detrás, es que al adicionar la fibra, se mejora su funcionalidad y se equilibra el uso de recursos.

Se trabajó con la lana en una base de ácido poliláctico, un bioplástico existente en el mercado que químicamente, **lograba generar enlaces con la estructura química de la lana**, favoreciendo su combinación.

Se iniciaron los tests para identificar un proceso que permitiera mezclar ambos materiales sin comprometer el medio ambiente y mejorando potencialmente las **propiedades térmicas del material base**.



“El estudio nos dio una base para futuros trabajos destinados a mejorar las propiedades de los materiales compuestos con fibras de lana y agentes de acoplamiento. Con esto, se podría esperar una mejora de la interfaz fibra-matriz, otorgando valor tanto al material base cómo al desecho ovino.”

**Miguel Aldás, Profesor de Ingeniería en Polímeros.**



2. Frente productivo

## 4.1.2

# Frente ciclo productivo

Al iniciar la experimentación de la lana cómo material compuesto, se observó que para permitir su mezcla con el material matriz, era necesario que esta quedará **100% libre de lanolina**, por lo que se trabajo en pos de buscar un lavado que logrará degradar la grasa con menor cantidad de agua.

En el laboratorio, se concluyó que esta degradación podía ser provocada con **carbonato de sodio**, un tipo de sal presente sólo en ciertos detergentes comerciales, que disminuía un 60% el tiempo y ciclos de lavado tradicional, lo que favorecía el desarrollo circular del material.

A partir de esto, se concluyó que el manejo óptimo contemplaba **la fibra remojada en un ciclo con carbonato de sodio, secada y cardada**, para posteriormente adicionarla al material base o "matriz".

El proceso fue guiado por el profesor Miguel Aldás, integrante del Centro de Investigaciones aplicadas a Polimeros, Universidad Politécnica Nacional de Ecuador, quien había realizado anteriormente pruebas del material con éxito, por lo que fue un actor clave en la fabricación del bio material.

Se trabajaron ambos materiales en formato de **pellets** para obtener una homogeneidad de estos. La homogeneidad era importante ya que permitía que la fibra se adicionará correctamente. A su vez, se trabajo con el objetivo de lograr un mayor porcentaje de lana contra el ácido poliláctico, ya que la función de este último es de **aglutinante**.

En el siguiente diagrama se puede observar el flujo de trabajo diseñado para fabricar el material compuesto de lana ovina con ácido poliláctico(PLA).



02

Lana lavada



04

Fundición y vaciado





**01**  
*Lana en bruto*



**03**  
*Mezcla en pellets*



**05**  
*Material compuesto*

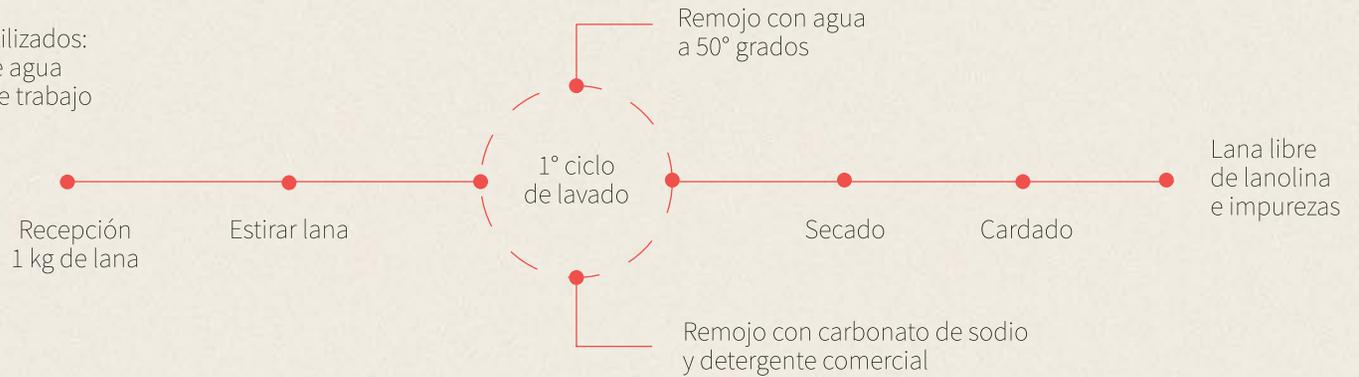
Proceso de lavado  
Hilanderas

- Recursos utilizados:
- 100 litros de agua
  - 72 horas de trabajo



Proceso de lavado  
Proyecto de título

- Recursos utilizados:
- 30 litros de agua
  - 25 horas de trabajo



## 4.I.2

Imagen conceptual del interior de material.  
(Elaboración propia, 2022)



## Clasificación del material

Una vez se obtuvo una mezcla homogénea del material, se realizó una prueba de calor para identificar su potencial térmico gracias al porcentaje de queratina analizado en su composición.

El resultado de la prueba marcó un **0,040 ( $\lambda$ )[W/mK] en conductividad térmica**, bajo las siguientes condiciones:

**Grosor máximo:** 15 mm

**Tamaño muestra:** 20 cm<sup>2</sup>

**Cantidad de lana compactada:** 28 gramos

**Cantidad de MLO:** 20 gramos

**Cantidad de PLA:** 16 gramos

Se llegó a la conclusión que el material compuesto de lana y ácido poliláctico, debido a su compatibilidad química, funcional, tenía un comportamiento similar a la matriz reforzada por fibras (FRP), como lo es la fibra de vidrio en una matriz de resina.

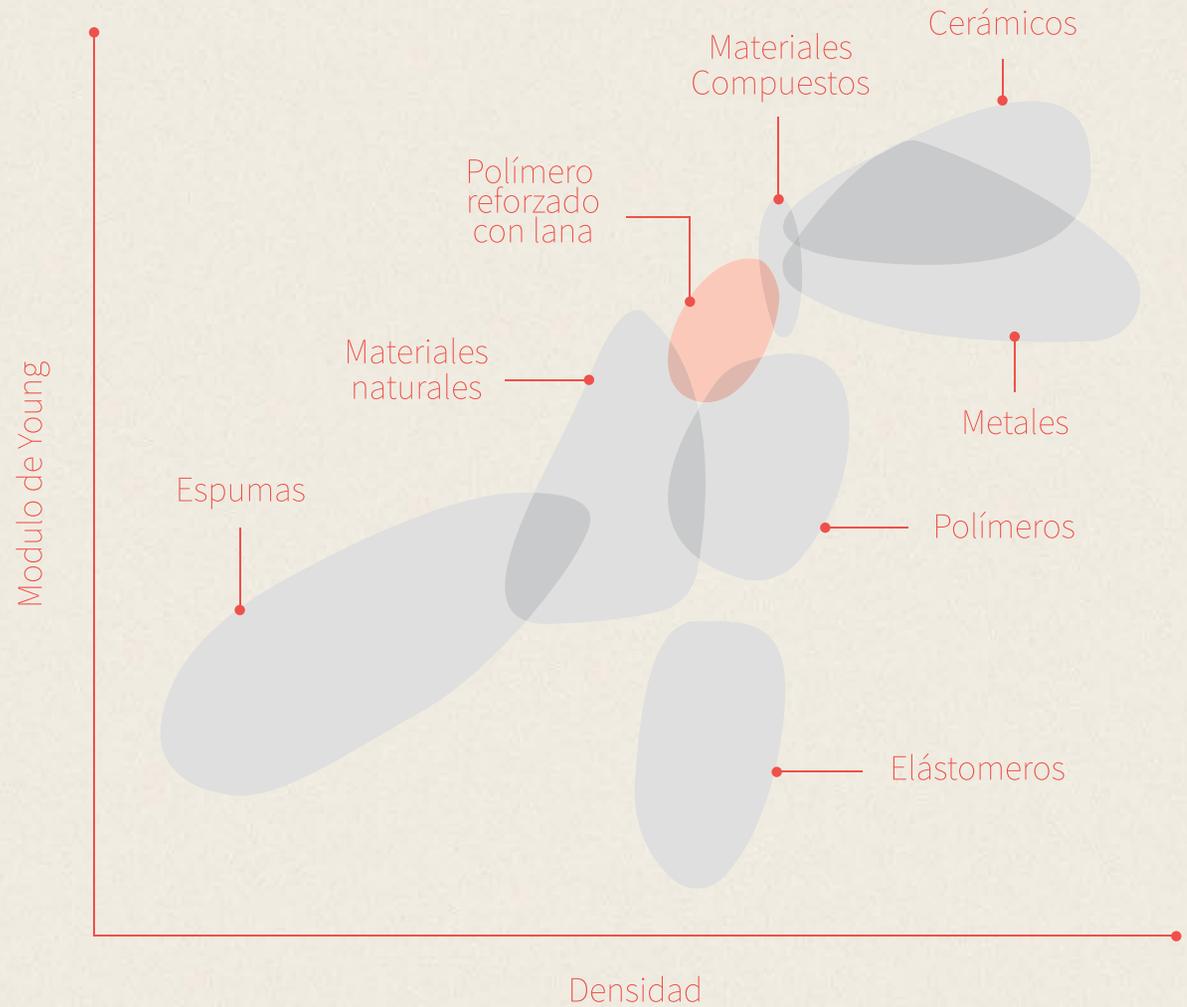
## 4.1.2

# Modulo de Young

En el proyecto, se trabajó bajo una lógica similar, con la diferencia de que se obtiene un material potencialmente más sustentable y funcional en términos térmicos

Se realizó una especulación de su posición en el módulo de Young realizada bajo la bibliografía y conocimiento del profesor Aldás, puesto que para tener un conocimiento certero del potencial funcional del material, se debía entrar a controlar mayores variables del ambiente que, por condiciones del contexto, no se tenían a disposición.

Sin embargo, parte de la proyección del proyecto es lograr una medición científica y estandarizar de esa manera el material, para posteriormente poder patentar su creación y trabajar bajo lineamientos de mejora.



Especulación de clasificación de material dentro del Modulo de Young.  
(Elaboración propia, 2022)



Imagen 18  
(Elaboración propia, 2022)

“A primera vista parece un plástico cualquiera, lo usaría cómo un tupper, o incluso podríamos hacer un termo por ser tan térmico.. pero si me dices que tiene pelo de oveja, no lo acercaría a mi comida, me daría asco, imagínate se sale el pelo.”

**Felipe M., Participante.**



3. Frente experiencial

## 4.1.3

# Frente experencial

Con los primeros resultados, se podría utilizar el material compuesto para reemplazar, por ejemplo, el plástico de ciertos envases de alimentos para valorar sus propiedades térmicas.

Sin embargo, en el diseño, todo debe ser entendido cómo un sistema, donde crear materiales emergentes, como lo podría ser un formato de lana que no se está acostumbrado, **suele ser muy disruptivo y no logra que el material se sostenga en el tiempo.**

Es aquí donde se considero fundamental en el proyecto **diseñar participativamente**, trabajando en conjunto con la sociedad y sus significados asociados, con herramientas que permitan potenciar las habilidades creativas de cada persona.

- Por qué
- Para qué
- Qué

Descubrir el “*qué*” supone un desafío desde el diseño, ya que no sólo nos interesa la parte funcional de este material, sino también **identificar el espacio y lugar donde se puede desarrollar**, explorando desde la misma perspectiva de los usuarios para encontrar **futuros más inclusivos y sostenibles.**

En base a lo anterior, se diseñó una sesión participativa donde se provocaron ciertas interacciones con el material para visualizar su potencial **contexto de implementación**.



Se trabajó con **16 participantes** entre **16 a 60 años** de diferentes **sexos, profesiones y experiencias**

lanapietra.





### *Detonante*

La construcción de sentido (Wiberg, 2014), que implica reflexionar sobre el propósito del material dentro de un todo situacional, es el objetivo constante a lo largo de este viaje. Es por esto que se buscó comprender la situación actual de cómo los usuarios valoran el bio material entregado para su exploración y cómo lo experimentan a nivel sensorial, significativo, emocional y performativo, y cómo esto se relaciona con las propiedades físicas del material.

### *Objetivos*

- **Comprender** el look&feel actual frente al material presentado.
- **Profundizar** en la comprensión de cómo las personas perciben el material utilizando cuatro niveles de experiencia.
- **Otorgar** información y conectar los conceptos identificados en cada nivel.

Para la sesión, se decidió dividir en dos fases la experiencia del usuario con el material y así permitir un enfoque libre de prejuicios precipitados en la exploración de las muestras.

En cada una se realizaban preguntas abiertas para dejar fluir la imaginación del usuario y posteriormente, realizar los cruces de información según el nivel de interacción.

Se decidió dividir los niveles experienciales con el material en dos etapas:

**1. Interactuar sin ver el material, sin el conocimiento de su procedencia ni del proyecto.**

*(nivel sensorial y emocional)*

**2. Interactuar viendo el material, con conocimiento de su procedencia y el proyecto.**

*(nivel significativo y performativo).*

En ambos niveles, se termina la exploración con la misma pregunta.

Se le explica la dinámica al usuario sin mostrar los materiales a testear y se le anticipan las etapas por las que pasará.

***Nivel sensorial y emocional***

¿Cómo describirías este material?

Observar cómo interacturan con el material

¿Qué sensaciones te produce este material?

¿Es agradable? ¿Qué no te gusta?

***“¿Qué construirías con este material?”***

***Nivel significativa y performativa***

Observar cómo interacturan con el material al verlo.

¿Podrías asociar un recuerdo/lugar a este material?

Al ver este material, ¿crees que se parece a uno de estos? ¿En que producto lo aplicarías?

Si pudieras hacer una línea del tiempo sobre cómo se produjo esta pieza, ¿cómo te la imaginas?

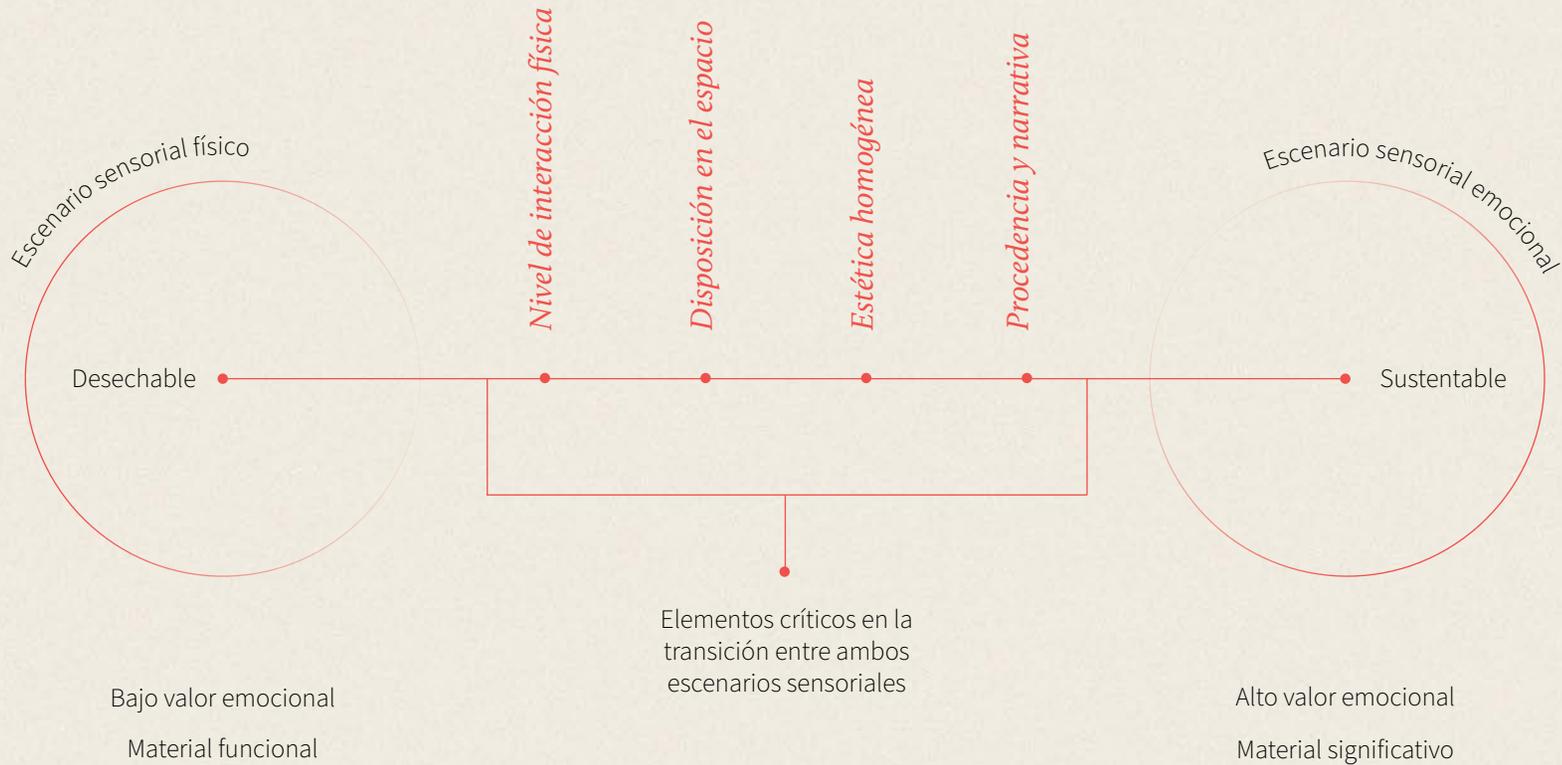
***“¿Qué construirías con este material?”***

Se observó que los ojos cerrados al analizar el material y el poco conocimiento de su procedencia, había un menor interés en el usuario al interactuar con el, obviando sus usos, comparándolo con **objetos cotidianos y desechables** cuyo valor emocional para el usuario era bajo.

Por el contrario, el tener los ojos abiertos e involucrar todos sus sentidos más la información de la procedencia del material, abría mayor espacio a la conversación, surgían mayores comentarios y análisis de este, **tanto física cómo en torno a**

**su significado**, aumentando no sólo en nivel de emoción y relación con el material si no también, la motivación en torno a su sostenibilidad e implementación en la sociedad.

Se identificaron ciertos patrones y elementos que provocaban emociones en el usuario, donde se identificaron las **deseables y valiosas** para complementar el desarrollo del diseño de producto.





La materia se transforma en material cuando se incluye en un proyecto de diseño que la convierte en parte de un producto, el cual no sólo es funcional, si no también social y culturalmente aceptado.

**Manzini, E. 1986. The Material of Invention.**

*Visión del contexto*

## Visión del contexto

A partir de la investigación, se definió cómo patrón de valor los elementos críticos que influyen en la experiencia en torno al material y el entendimiento de su propósito en la sociedad, buscando así, **potenciar en el diseño aquellos que provocan la cercanía emocional con el usuario**, y que a su vez, son valiosos para el producto y su sostenibilidad.

Por consecuencia, es de suma relevancia que su aspecto físico no impacté al punto de generar rechazo y desconfianza en el usuario, si no que **equilibre sus atributos**, siendo clave que el usuario desarrolle una **relación de confianza** con este para aprovechar su funcionalidad, evitando así a que quede cómo un producto especulativo y pueda entrar en competencia. A su vez, se identificó que el material era un objeto de alta observación y con poca relación táctil, lo que direcciono la visión del contexto a un producto que su uso cotidiano **no requiriera**

de un acercamiento físico constante con el usuario pero que a la vez cumpla con su labor.

Por último, se tuvo en cuenta el **volumen del desecho**, por lo que el producto debía permitir una gran cantidad de lana en su composición, de forma que la revalorización del desecho aportara significativamente y no marginal. Por lo mismo, se decidió que el producto tendría una estética establecida, para evitar complicar la producción en volumen.

A partir de los puntos y sistematizando los frentes físicos, químicos y productivos, se llegó a la conclusión de diseñar un **revestimiento de interior**, con propiedades que buscarán mejorar las condiciones térmicas del hogar, **siendo una opción menos invasiva, sostenible y con mayor valor que las soluciones actuales del mercado.**

Objetivo general del proyecto

Diseñar un *revestimiento de interior y su proceso productivo* para la revalorización de los desechos del rubro ganadero ovino, de forma que pueda ser valorada la lana producida en la esquila de los campos ganaderos y se logre posicionar la materia prima y su *experiencia* de manera sostenible y valiosa para los *mercados y comunidades actuales*.

## Pilares y atributos

Se definieron los siguientes pilares y atributos a tener en consideración al momento de diseñar el **revestimiento de interior** según los hallazgos obtenidos en la investigación inicial.

### *Estético*

Su estética no debe **desarrollar quiebres que entorpezcan su uso** y afecten su funcionalidad, por lo que se debe tener especial precaución con los elementos que desencadenan desconfianza en el usuario, tales como la **ver muy detalladamente la fibra de lana**.

### *Punto de contacto*

El punto de contacto físico y storytelling entre el producto y el usuario debe permitir **abrir un espacio de conversación y cuestionamiento** ante las posibilidades de aplicación que tiene un recurso cotidianamente asociado al textil, sorprendiendo con su funcionalidad.

### *Accesible*

El producto debe ser **sen-cillo de obtener, instalar y mantener** para el usuario, puesto que al ser un producto que busca ser sostenible en un contexto doméstico, se debe evitar generar quiebres que impidan una sostenibilidad de este en el ecosistema del usuario.

### *Funcional*

El producto debe competir funcionalmente frente a otros métodos de **ais-lamiento térmico** de las construcciones domésticas. A su vez, debe considerar que el **volumen del desecho es amplio**, por lo que debe ser diseñado de manera que abarque la mayor cantidad de este.



## 4.2.3

### Estado del arte.

Con el fin de reconocer los alcances y oportunidades del proyecto, se realizó una búsqueda de antecedentes y referentes para orientar un desarrollo del producto con este nuevo biomaterial de lana.

Se buscaron antecedentes del uso de lana fuera de la industria textil, productos de aislamiento térmico y referentes de procesos productivos de materiales.



Proyecto "SolidWool", 2021.

# Antecedentes

## SolidWool



### ¿Qué se rescata?

---

Innovación en torno al uso de la lana como recurso fuera de la industria textil, donde se valora el material tanto estético como funcionalmente.

El proyecto británico utiliza lana gruesa residual junto a resina ecológica para diseñar sillas con valor agregado gracias a la visualización y funcionalidad del pelaje de la oveja en la superficie.

## Lana de vidrio



### ¿Qué se rescata?

---

Material económico con excelentes propiedades térmicas utilizado en un gran porcentaje de viviendas para su aislación.

La lana de vidrio es un aislante térmico y acústico que se fabrica fundiendo arena, ceniza de sosa, caliza y vidrios a altas temperaturas y que luego mediante un proceso de fibrado se obtiene un producto de óptimas propiedades térmico acústico.

## Shear Edge



### ¿Qué se rescata?

---

Se rescata la diversidad de uso que se otorga al desecho ovino mediante la creación de pellets plásticos y lana, facilitando su manipulación y accesibilidad.

La empresa Shear Edge trabaja la lana residual con matrices plásticas para obtener piezas funcionales, superiores en calidad y sustentabilidad frente a los otros tipos de plásticos.

## Wood Upp



### ¿Qué se rescata?

---

Se rescata la estrategia enfocada en la experiencia de uso del revestimiento, añadiendo valor intangible al proyecto.

El panel Wood Upp está hecho de materiales reciclados que favorecen la aislación térmica y sonora. Su enfoque es lograr una experiencia óptima en la implementación de sus productos, entregando a la vez un diseño funcional, estético y modular.

# Referentes

## Oliver Van Herpt



### ¿Qué se rescata?

---

Productos que, a pesar de ser producidos por máquinas automatizadas, poseen un carácter humano y artesanal en su resultado estético.

Obras fabricadas mediante impresión digital y arcilla, las cuales buscan conectar dos mundos aparentemente divergentes: el oficio artesano con las máquinas de producción industrial.

## Aquaoja



### ¿Qué se rescata?

---

Se destaca la manera en que a partir de una estructura especulativa, se abre un espacio de conversación en torno a un cuestionamiento a los actuales procesos de construcción.

Estructura impresa en 3D inspirada en la bioarquitectura y la naturaleza, instalada en exposición abierta sobre nuevos futuros y materialidades especulativas.

## Durat Palace



### ¿Qué se rescata?

---

Se rescata el cómo utilizan el diseño para re significar materiales como el plástico, que se percibe como mala calidad, contaminante y de uso efímero a un material de lujo, durable y sustentable.

Exhibición de objetos diseñados con plástico reciclado y pigmentos naturales que buscan explorar los significados en torno al plástico.

## Ecología Informal

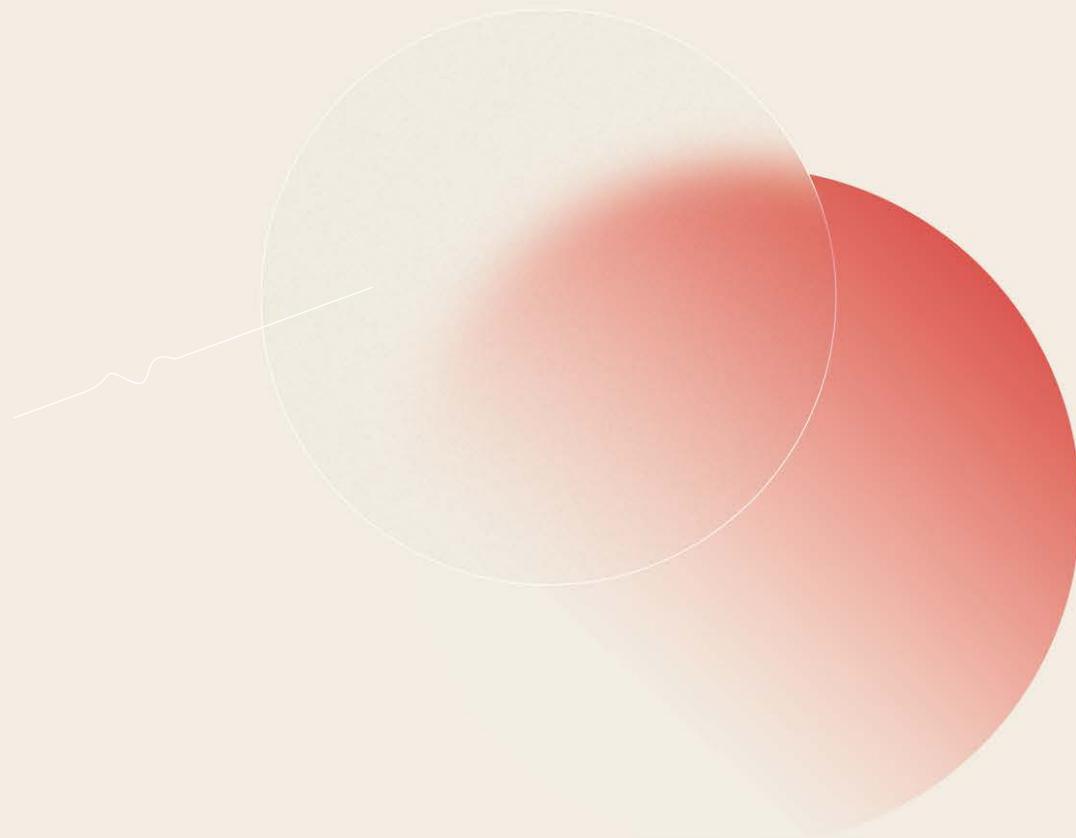


### ¿Qué se rescata?

---

La utilización de metodologías que involucraban el diseño participativo, donde se diseñó en conjunto con la comunidad para enfocar las soluciones a la problemática existente.

Proyecto enfocado en el diseño y pilotaje de una solución con foco en el usuario para la necesidad eléctrica del campamento Ribera del Río, Talagante.



# FORMULACIÓN DEL PROYECTO

05





Revestimiento lanapiedra.  
(Elaboración propia, 2023)

## 5.1.1

### Formulación del proyecto.

**QUÉ** **Revestimiento de interiores** diseñado en base a una lógica de sistema-producto que valora el residuo ganadero ovino, cuestiona el uso de materiales y responde a la **demanda térmica doméstica** sin entrar en obra gruesa para su mejora.

**POR QUÉ** La industria ganadera ovina en Chile ha sufrido una desvalorización del subproducto de la esquila de las ovejas que ha llevado a convertir la lana en un **desecho acumulativo** para los ganaderos al no ser su prioridad productiva, obteniendo sólo pérdidas económicas y espaciales por albergar un agro recurso con excelentes propiedades térmicas.

**PARA QUÉ** Dar un nuevo significado y contexto de desarrollo a la lana, aprovechando las virtudes de esta materia prima en la fabricación local con productos basados en materiales y procesos responsables, desde el marco de la actual transición a una economía circular, tomando en **consideración la experiencia del usuario como elemento clave en el diseño.**

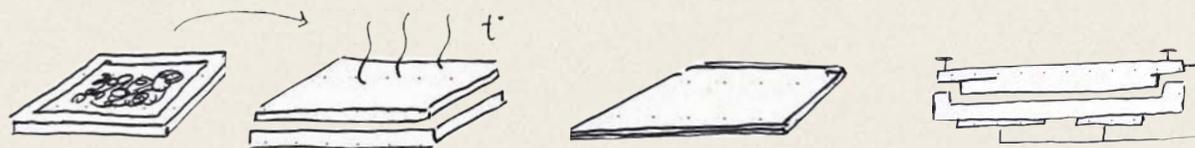
## 5.1.2

## Diseño de producto y ciclo productivo

Al iniciar el diseño del revestimiento y su ciclo productivo, se tuvieron en consideración los atributos y pilares del proyecto definidos anteriormente, por lo que se trabajó en base a los lineamientos concluidos a nivel físico, químico y experienciales.

Durante el proceso de diseño, se mantuvo contacto recurrente con el profesor Mario Aldás, especialista en polímeros, **para no poner en riesgo la funcionalidad térmica del material lograda** en las pruebas anteriores con el proceso de diseño. Se consideraron las **siguientes variables:**

- El porcentaje de lana ovina en el revestimiento debe ser un **60% mayor que ácido poliáctico.**
- La temperatura de fundición debe evitar **crystalizar el ácido poliláctico** pero permitir su fluidez líquida para la homogeneidad de la mezcla.
- Se debe considerar un **diseño** que permita una fácil instalación, una **geometría** que permita una absorción correcta del sonido en la habitación y una estética que no haga dudar al usuario de su **funcionalidad.**

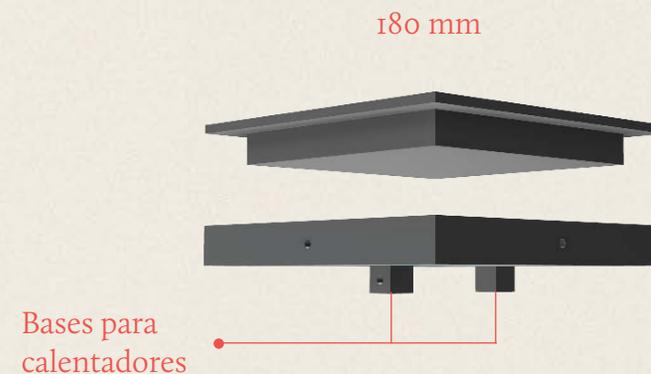
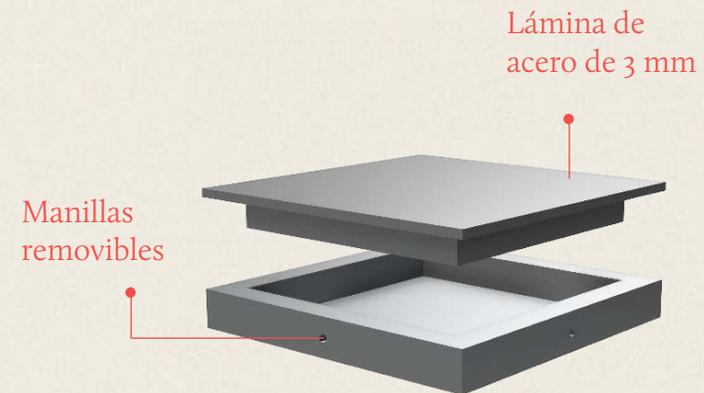


Bosquejos iniciales para diseñar ciclo productivo del producto  
Elaboración propia, 2023.

Se diseñó una máquina que buscaba cumplir con los criterios analizados, tomando como referencia el proceso de "**Sheet Moulding Compound**" o "*metodología sándwich*", puesto que, teóricamente, era el que otorgaba **mayor control de temperatura, volumen y distribución de la lana ovina en el ácido poliláctico**.

Se diseñó un render para trabajar el boceto inicial y posteriormente, se realizó el contacto con la empresa **Reciklast**, quienes son especialistas en creación de máquinas para el programa **Precius Plastic**, por lo que contaban con una mirada innovadora que permitía desarrollar maquinaria de escala de baja, que otra empresa no permitía por el tamaño a manejar.

La colaboración con el equipo de Reciklast fue clave puesto que tenían la expertiz en plástico que el proyecto necesitaba, y junto al manejo obtenido en el frente físico-químico de la lana, el dialogo de trabajo permitía barajar opciones de **mejora productiva** para, en conjunto, llegar a los resultados esperados tanto funcional como estéticamente.





Proceso de fabricación  
Elaboración propia, 2023.



Ajustes de temperatura.  
Elaboración propia, 2023.

# Sheet Moulding Compound

Este método de producción permite resultados laminares que, mediante el **proceso de presión y moldeo**, puedan tomar la forma de una **matriz**. Para el diseño del producto esto era fundamental, ya que este método permite reforzar la fibra que se acoplara con el aglutinante (en este caso la lana con el ácido láctico), mejorando su **funcionalidad térmica y estructural**.

Por otro lado, se logra manejar mejor la forma superior del producto, cuya geometría era importante para evitar producir una *reverberación* del sonido en la habitación una vez fuera instalado.

La **reverberación** es un fenómeno sonoro producido por la reflexión, que consiste en una permanencia del sonido una vez que la fuente original ha dejado de emitirlo, más conocido como "eco". Esta se puede evitar con geometrías que permitan absorber el sonido, evitando así la reflexión.

La máquina de moldeo por presión permite:

1. Mayor **porcentaje** y capacidad de integrar **volumen** de lana en la mezcla
2. Mayor **control** de temperatura
3. Mejor resultado en la **homogeneidad**



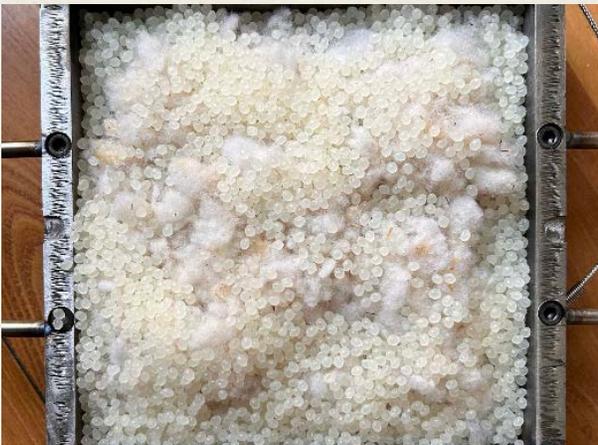
Prensa variable según geometría de producto.  
El grosor de la parte superior debe mantenerse como mínimo en los 1.5 mm en su parte más estrecha para mantener la funcionalidad del producto.

Base fija, con dos calentadores conectados a un controlador de temperatura.



### Primera fase

En primer lugar, se posiciona la lana previamente lavada y cortada en un bowl mezclada con pellets de PLA. Simultáneamente se debe comenzar a calentar una capa de 5 mm de pellets de PLA en la base de la máquina, logrando así una mejor adhesión de la lana. Para mejorar la distribución de calor, se posiciona una tira de aluminio en las esquinas y se sitúa la temperatura en 170° por 10 minutos hasta que los pellets comiencen a transparentarse.



### Segunda fase

Una vez los pellets alcanzan su punto de fusión, se integra el bowl con lana. En esta fase se maneja un 80/20 de bioplástico ya que en esta capa se cumple la función de aglutinante y contención en los laterales de la lámina. La capa intermedia tiene un mayor volumen de lana puesto que esta al ser presionada reduce su tamaño, por lo que se rellena hasta los 10 mm. Los 5 mm restantes se utilizan por la última capa de PLA, con la máquina a 170° por 10 minutos.



### Tercera fase

Se revisa la mezcla y se sube la temperatura a 200° por 5 minutos, luego se baja a 100° por 10 minutos para evitar la quema del PLA, y finalmente se sube la temperatura para mantenerla en 180° por los últimos 5 minutos. Estos intercambios de temperatura permiten que las moléculas del PLA se adhieran mejor a los aminoácidos de la lana, mejorando funcionalmente el material. En este punto, la mezcla ya queda esta líquida, dando la posibilidad de verterla en el molde para dar forma al revestimiento.

# Testeos

DISEÑO DE PRODUCTO



El testeo se enfocó en el diseño y uso del molde, el cual debía considerar los grosores mínimos para obtener una correcta aislación térmica y a su vez, mantener la relación de mezcla de ambos materiales para asegurar la funcionalidad. Se vertió la mezcla en un molde hecho de silicona de caucho, sin embargo se tuvo un bajo control del color del producto y del desmoldaje, ya que este se hizo sin la espera de un enfriamiento completo del material y dejó dispereja la superficie.



La segunda versión de testeo fue enfocada en lograr una mejor manera de desmoldar el producto, ya que anteriormente no se habían conseguido resultados satisfactorios. Una vez que se vertió la mezcla en el molde, se procedió a dejar la mezcla en un espacio frío por 5 minutos y sin manipular la mezcla. Una vez se enfrió lo suficiente, se comenzó un desmoldaje más controlado, iniciando por los laterales hasta llegar al centro.



El tercer testeo, se enfocó en lograr un color homogéneo y menos amarillo. Gracias al apoyo de bibliografía, se identificó que el color se daba por el dorado que se generaba al poner la lana bajo temperatura por un tiempo prolongado. Para evitar aquello, se consultó con el profesor Aldás y se siguió la recomendación de agregar 100 ml. por base de mezcla de MLO(aceite de linaza), el cual tenía una acción protectora frente a la lana y evitaba que esta entrara en proceso de dorarse.



En el último testeo se obtuvo un resultado más homogéneo en cuanto a color y la compactad del producto. Los principales hallazgos fue que no se logró mantener una superficie 100% lisa, puesto que la lana al ser un material fibroso, tiende a sobresalir y esponjarse incluso bajo el trabajo de un aglutinante. Se tomó la decisión de sellar el revestimiento con una capa de 20 gramos de resina epóxica no tóxica, para asegurar una mayor durabilidad y evitar desprendimientos de lana.

# Brief de diseño

## Instalación:

La instalación la debe realizar una persona con adhesivo de montaje, siguiendo las líneas sobresalientes de la parte trasera del módulo. Estas aseguran una correcta adhesión a la pared.

## Grosores y curvas de absorción térmica y sonora:

La curva de absorción sonora se debe realizar a un máximo de 140° grados de apertura para cumplir su función. A su vez, debe seguir un mínimo de 16 cm entre curva y curva. Finalmente, se debe considerar un máximo de 6 cm de profundidad en las hendiduras de curva para mantener el grosor adecuado para el correcto aislamiento térmico

## Modular:

El diseño modular permite que sea replicable y versátil según el soporte donde se instalará el revestimiento, además de reducir costos.

## Color:

El color se decidió blanco para una posible aplicación de pintura a elección del usuario, puesto que este estará expuesto a preferencias personales de cada contexto. Además, se evita una mayor personalización desde la producción, reduciendo los costos y favoreciendo la estrategia.

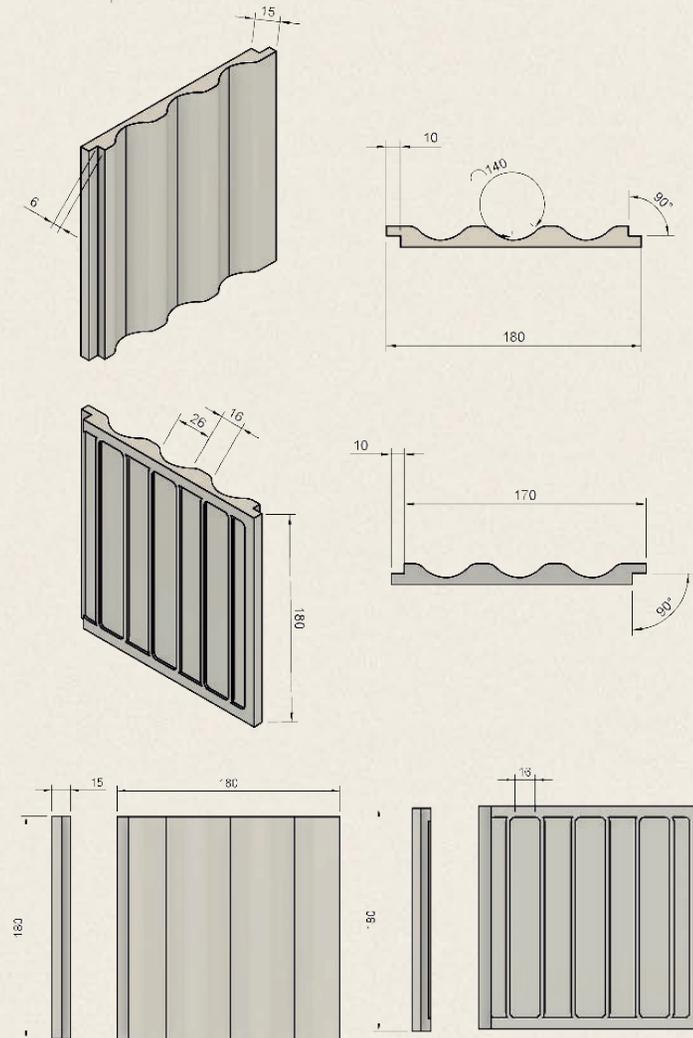
## Ensamble y encaje:

El encaje se diseño de forma que no fuera a complejizar el producto pero que a la vez permita al usuario seguir un orden en su instalación fácilmente, sin arriesgar la funcionalidad. Este es una apertura de 10 cm a 90° grados en ambos laterales

## Material de apoyo:

El producto contempla una guía de instalación complementaria que podrá ser seguida por el usuario.

Planimetria



Escala 1:1

Unidad de medida: Milímetros

# Diseño modular

El brief de diseño se realizó con la **proyección** de un tamaño de producto mayor, considerando el **volumen actual del desecho** y el tamaño de los **espacios a implementar** el revestimiento interior.

La composición final del producto será **modular**, apuntando a un **montaje sencillo** y **autogestionable** para evitar entrar en obra gruesa al momento de mejorar termicamente la vivienda.

En ese sentido, el diseño cuenta con una estructura lateral **negativa y positiva** permitiendo montar una paleta tras otra con mayor facilidad de **encaje**.

El prototipo modular se realizó con un molde de 18x18 cm sólo, sin embargo, se puede proyectar que, en otra fase del proyecto, se **generen módulos mayores** manteniendo a escala las variables del módulo prototipo mencionadas en el brief de diseño. Por ejemplo, proyectar la fabricación de módulos de tamaño 36x36 cm (o 4 módulos prototipos) de forma que su aplicación permita cubrir una pared **instalando 12 módulos en una pared de 2 metros largo x 230 metros de altura** (medidas regulares de una vivienda doméstica).

Vista frontal



Vista isométrica



Curva máxima

Vista posterior

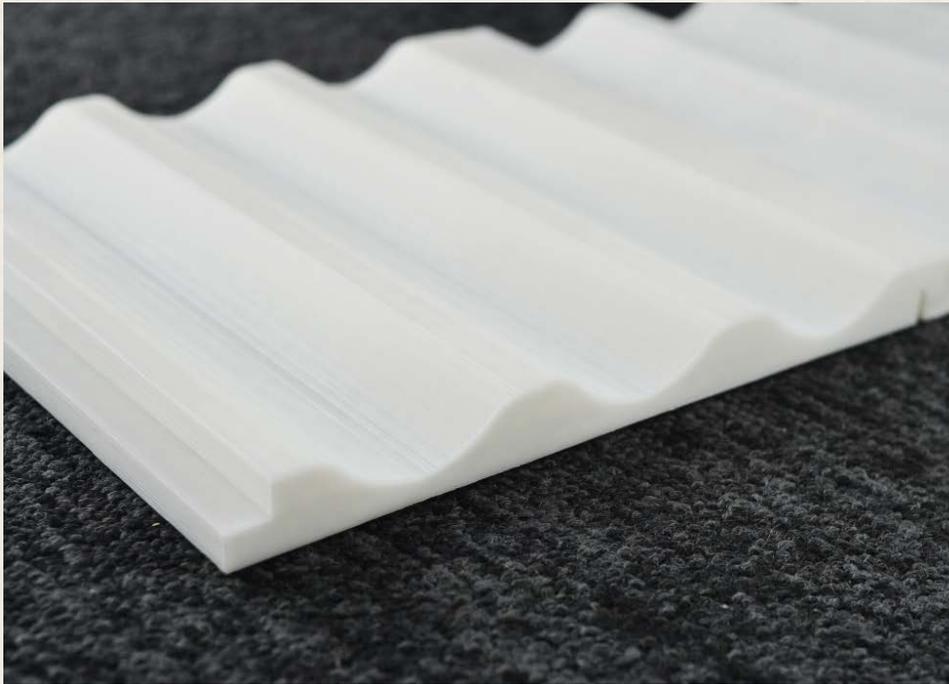


Guías traseras de montaje

Vista inferior



Negativo y positivo



Prototipo impreso en 3D lanapiedra.  
(Elaboración propia, 2023)

# Instalación autogestionada

La instalación se basa en un **sistema de encaje a partir de la sobre posición y/o desliz** de una pieza con la otra, lo que permite ir construyendo horizontalmente y verticalmente modulo tras modulo.

En la parte posterior del producto, existen guías en que deben ser rellenadas con adhesivo de montaje regular aplicado con una pistola de silicona, u otra opción similar que le accesible al usuario.

Esto permite que el usuario pueda montar cada modulo sin necesidad de la colaboración de una persona extra, ya que el sistema **no requiere de un encaje complejo ni de pegamentos de adherencia compleja**.

## Testeo

Para prototipar este mecanismo, se realizó la **impresión en 3D de cuatro módulos** y se testeo con usuario para la validar baja complejidad de instalación y la auto gestión de esta.

En el testeo, se observó que el usuario intuía rápidamente la unión de las piezas al ver el calce entre ellas, sin embargo en las dos primeras piezas cuestionada si era el lado verticalmente correcto o si debía partir desde arriba/abajo. Por esto, se puso mayor atención a esta parte de la interacción para enfatizar en ella al momento de diseñar un **manual de instalación** que acompañara al revestimiento.



Render de instalación total en pared.  
(Elaboración propia, 2023)



Testeo instalación lanapiedra.  
(Elaboración propia, 2023)



### *Paso 1*

En primer lugar el usuario debe tener una pared porosa, limpia y sin restos de otro material. El usuario posiciona el adhesivo de montaje de su preferencia en las líneas indicadas y deja secar durante 15 minutos. Posteriormente, procede a presionar en la pared el módulo tomando como punto de referencia la línea del margen lateral de la pared durante 1 minuto.

### *Paso 2*

El proceso de instalación es mediante módulos que, al ser correlativos con encaje horizontal, la siguiente pieza se instala encajando los laterales de ambos módulos, de forma que el usuario sólo debe preocuparse de que estos encajen directamente. Gracias a esto, se logra seguir el horizonte y se evita un resultado en desnivel.

### *Paso 3*

El tercer paso involucra la verticalidad del montaje, donde el objetivo es construir los primeros 4 módulos. Esto permite mayor facilidad en seguir el nivel de pared y el correcto encaje de piezas posteriores. En el testeo se observó cómo se tendía a comparar la siguiente pieza con la ya instalada abajo, una vez se verificaba el parecido se procedía a presionar.



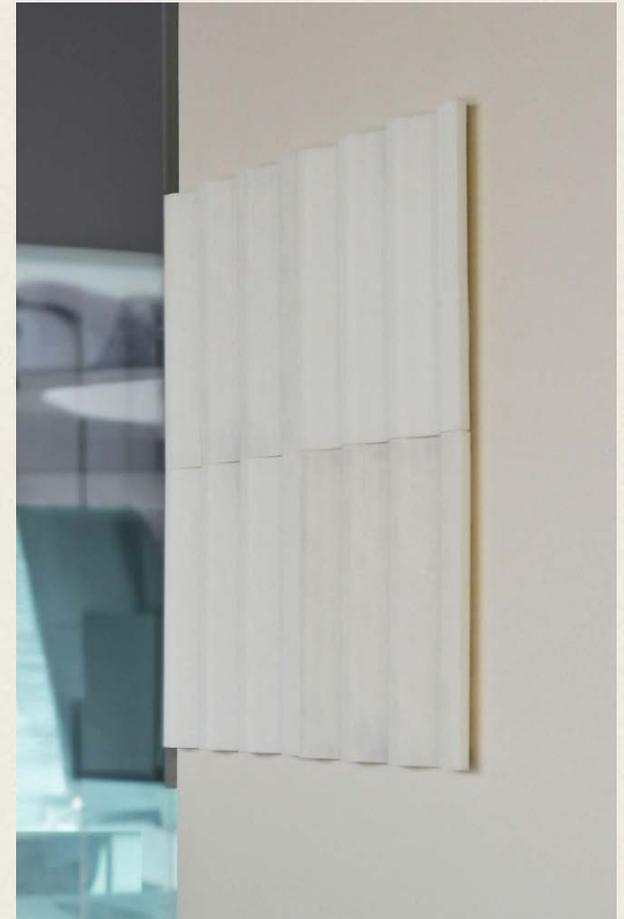
#### *Paso 4*

La última pieza del módulo era instalada mediante el deslizamiento de la pieza. Esto en el testeo se evidenció una sonrisa de parte del usuario al verificar que la pieza encajaba perfectamente con su parte lateral e inferior. De esta forma, se logró validar que la construcción de a cuatro en los módulos le otorga mayor seguridad al usuario la correcta instalación del producto.



#### *Paso 5*

Se presiona el cuarto módulo y se deja secar por 24 horas mientras se repite el proceso de instalación por toda la pared. En este punto, el usuario puede guiar fácilmente la posición de los otros módulos gracias a los márgenes laterales propios de la pared, puesto que al ser rectos, sólo se debe verificar una unificada instalación paralela entre el módulo y el fin de la pared.



#### *Hallazgos importantes*

Debe existir una guía de instalación que de apoyo al usuario, con énfasis en los siguientes momentos:

- Las **condiciones** de la pared previo a la instalación y el **cálculo** de los módulos para esta.
- La posición y correcto encaje de los primeros **4 módulos** a instalar en la pared.
- El **tiempo de espera del adhesivo** una vez es posicionado en el módulo y luego en pared.



Revestimiento lanapiedra.  
(Elaboración propia, 2023)

## 5.1.3

# Estrategia Sistema - Producto

El revestimiento de interior se sitúa bajo la lógica de ser un **sistema-producto**.

Esta estrategia permite establecer el producto cómo una solución que involucra un conjunto de elementos donde interactúan tanto los **tangibles** cómo aquellos **intangibles**.

Dentro de los tangibles nos podremos encontrar al **producto** cómo tal, y en los intangibles aquellos elementos que acompañaran el correcto desarrollo del producto, cómo los actores involucrados (**colaboradores, guías y facilitadores**) para que el producto llegue al usuario final y entregue la experiencia deseada, tanto **funcional** cómo **significativamente**.

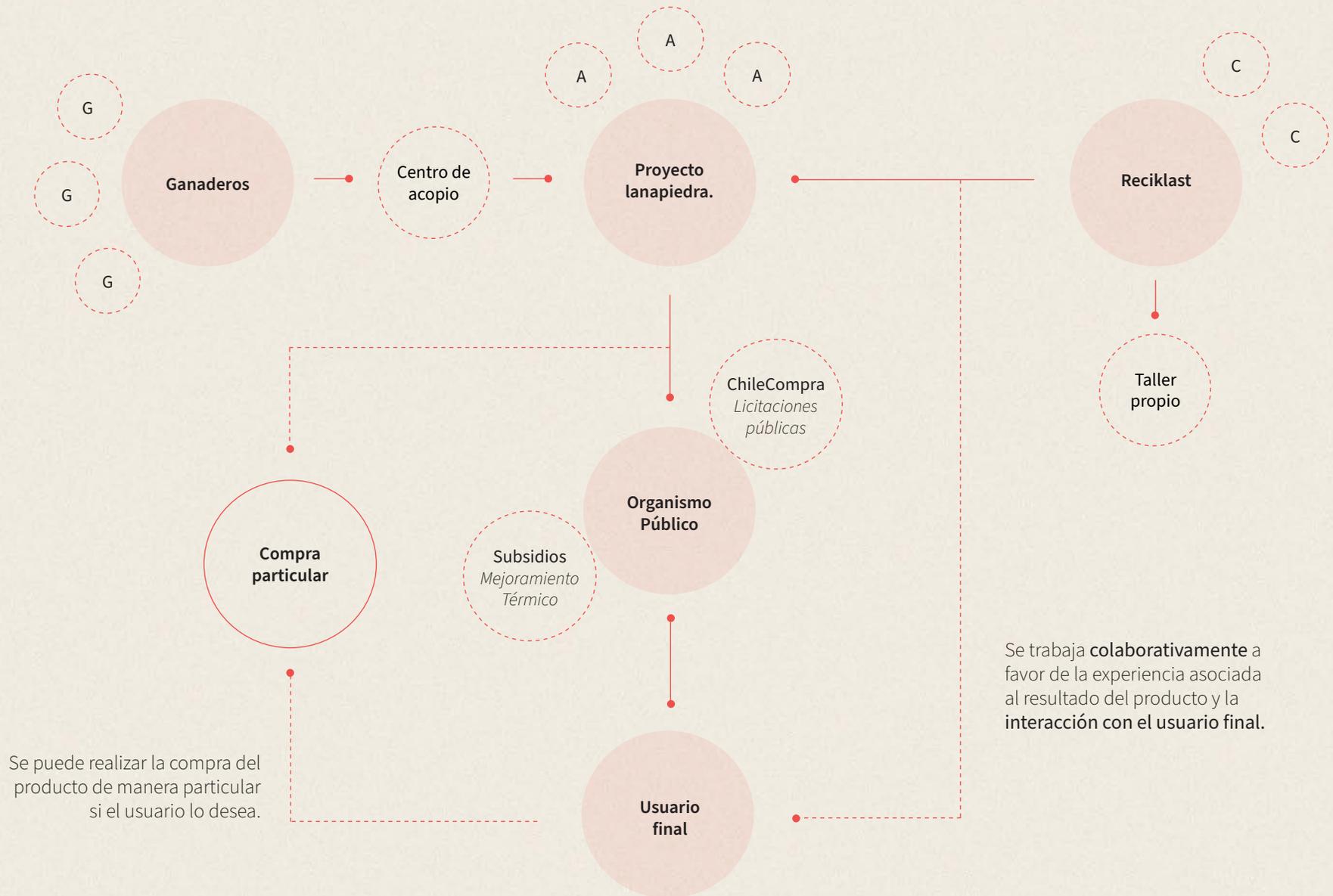
Se trabajó en diseñando un **esqueleto de flujo**.

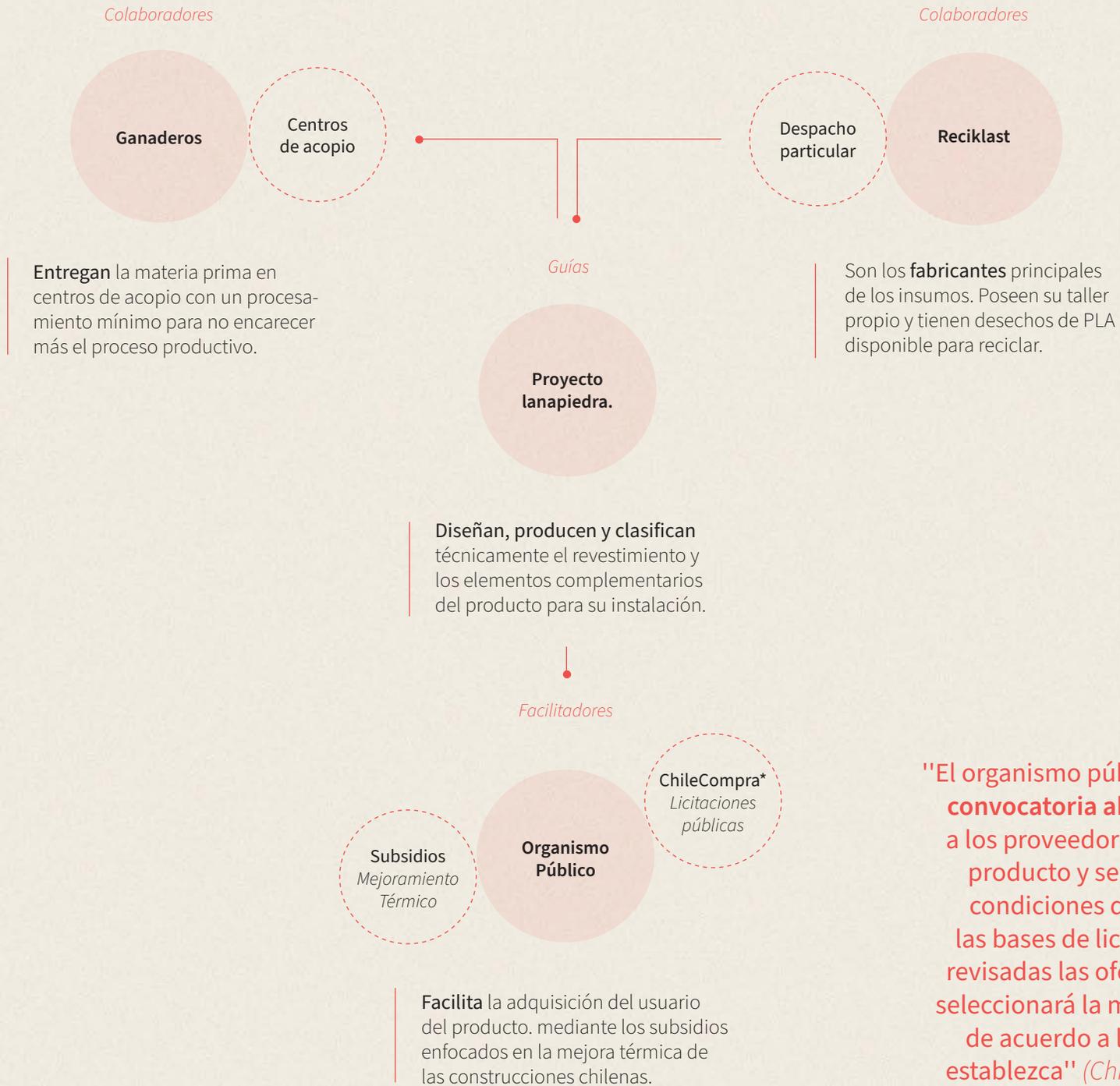
En ese sentido, dentro del proyecto reconocemos **los siguientes actores** a articular para el correcto desarrollo e implementación del producto:



La **articulación de los actores** se desarrolla de forma que cada uno cumple un rol para llegar usuario final. En el siguiente esqueleto podemos observar el **flujo de interacciones críticas** para la implementación del proyecto.

**G:** Ganaderos  
**A:** Alianzas estratégicas  
**C:** Colaboradores reciklast





# Usuario / Comunidad.

"Dotar de *significados* los espacios que habitamos"

lanapiedra.

Por las características del proyecto, el usuario se considera **amplio y abierto** al **contexto de implementación** donde será desarrollada la instalación del revestimiento de interior, por lo que las decisiones serán delimitadas a partir de las necesidades colectivas y lo que necesitan cómo **comunidad** para suplir su problemática.

En base a lo anterior, se buscó cómo caso de estudio un **usuario** de interacción **comunitaria**, situado en un contexto donde se requiera:

- Suplir un déficit térmico en la construcción.
- Una solución de baja inversión de recursos, tanto monetarios como humanos.
- Que el producto pueda aportar con experiencia en su interacción y permita el cuestionamiento sobre el uso de recursos.



Estudiante en la Escuela Arturo  
Merino Mutazabal, Chillán.  
Elaboración propia, 2023.



Revestimiento lanapiedra.  
(Elaboración propia, 2023)

# Recorrido del usuario

5.1.5

El usuario/comunidad postula a **subsidios estatales** orientados a obtener financiamiento para la mejora térmica del hogar o construcción.



Surge la necesidad individual o comunitaria de mejorar el  **acondicionamiento térmico** de la vivienda o construcción.



Se le otorga al usuario/comunidad el **financiamiento** de la entidad estatal gracias a que cumple con los requisitos establecidos para este.



El usuario entra en contacto con la empresa proveedora que cumple con los materiales técnicos del subsidio y **obtuvieron la licitación de este**.



Usuario final

El usuario compra el revestimiento y los materiales complementarios a la **empresa proveedora**, firma acuerdo de inicio y finalización de trabajos con la **entidad subsidiaria** y comienza a **instalar** el mejoramiento térmico.

*Logotipo*

**lanapiedra.**

*Paleta de colores*

#E94542



#F2ECE6



#E94542



#CF665F

*Tipografía*

Títulos. *Calluna Light*  
Subtítulos. *Calluna Italic*

Cuerpo. *Source Sans Pro Light*  
y *Source Sans Pro Regular*

*Naming*

El naming de la marca hace referencia al **carácter** del proyecto, donde se genera constantemente una **contraposición** entre lo que el usuario se imagina al pensar en lana(*algo suave*) y lo que ve en el material final(*algo rígido*).

Se decide dejar el naming sin una bajada, puesto que se busca mantener el misterio y sorpresa que busca dar el proyecto, causando curiosidad en el usuario con el nombre mismo exponiendo una contradicción.

## Identificadores gráficos

Se utilizan las cómo complementos gráficos a la marca las **nebulosas**, el efecto de **degradé** y el uso de la línea que complementa la contraposición de una recta quebrada con la curva del **hilo** de la lana.

---

La nebulosas y el degradé hacen referencia a lo **esponjosa** que es la materia prima, puesto que esto es dado por la **queratina**, proteína responsable de que el proyecto tenga un **gran valor térmico**.

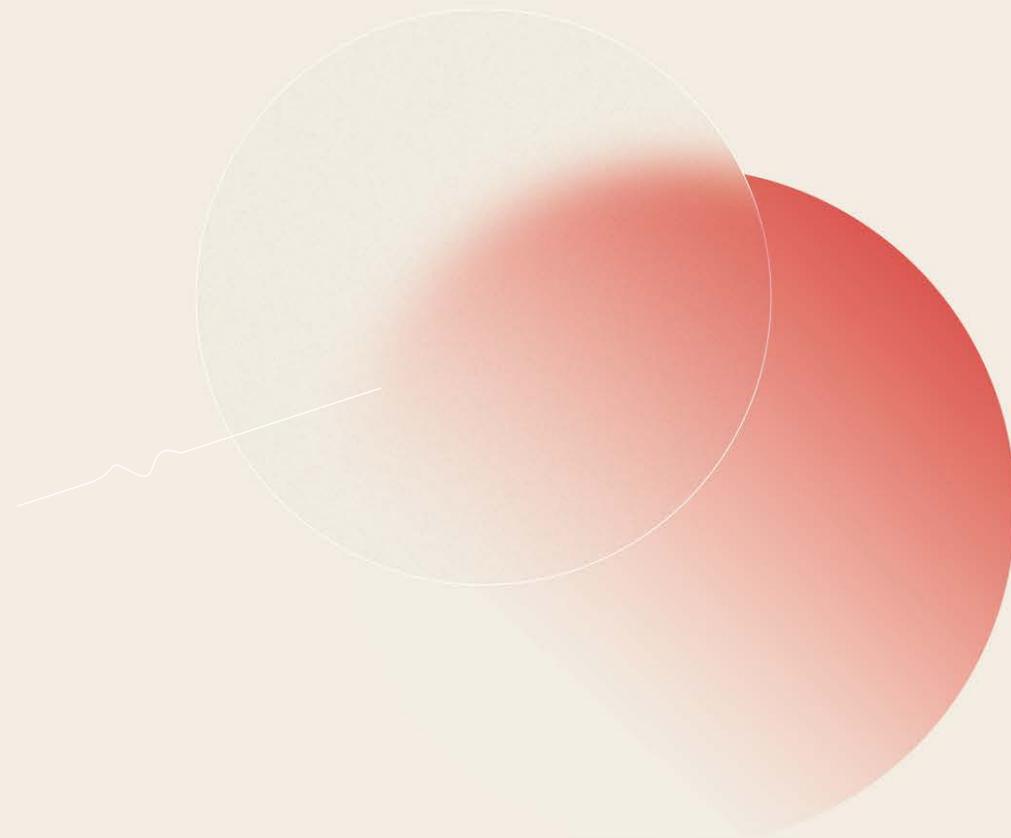
---

Se decide mantener una identidad **minimalista**, puesto que este pretende no sólo entregar un producto si no también una experiencia, por lo que **los distractores visuales** se deciden evitar para no influir negativamente en la interacción con al marca.



lanapietra.

lanapietra.

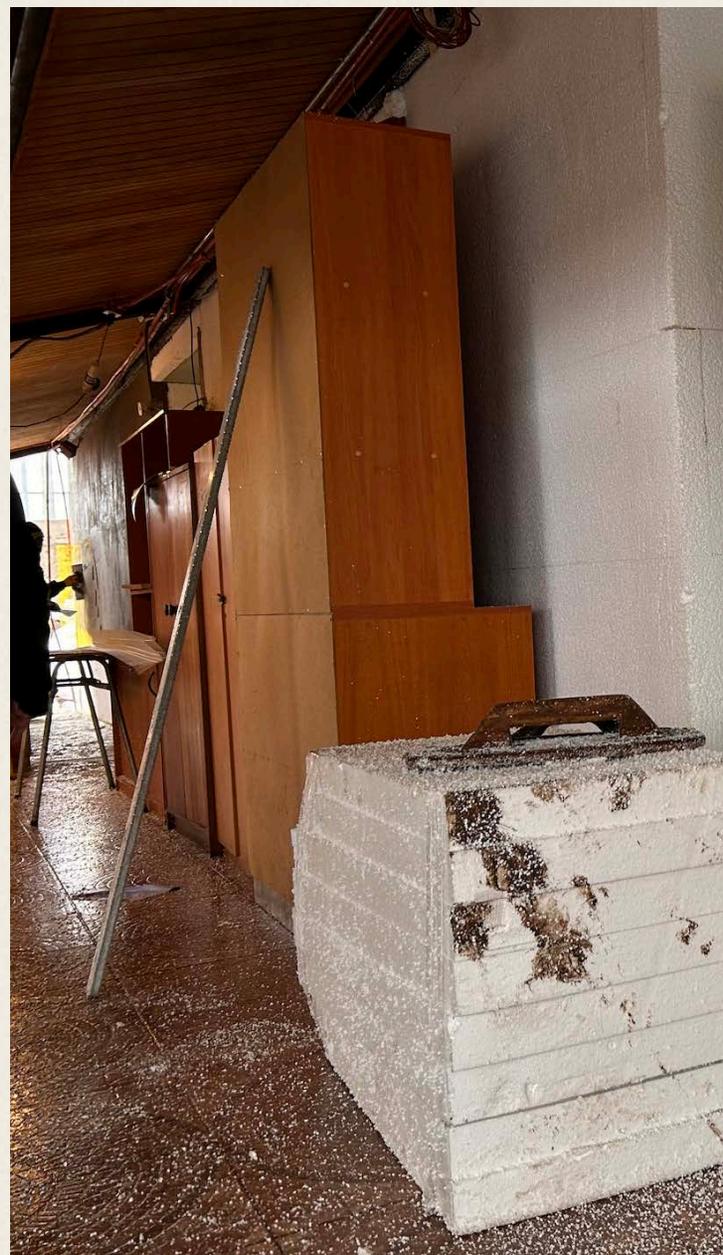


**CASO  
DE ESTUDIO.**

06.



Fotografía actual de la Escuela Arturo Merino Mutazabal en proceso de reconstrucción térmica. Elaboración propia, 2023.





## Escuela Arturo Mutazabal Sotomayor de Chillán.

En el año 1974, en la actual población Oscar Bonilla de Chillán, se desarrolló una toma de terreno público, en el cual se comenzaron a formar hogares y comunidades de personas. A raíz de esto, surgió la necesidad de contar con un establecimiento educacional, naciendo así la **Escuela Arturo Mutizabal Sotomayor**.

Desde sus inicios este espacio, a pesar de sus limitados recursos, a estado al servicio de la comunidad. Actualmente el establecimiento posee una dotación de **23 docentes, 12 asistentes de la educación y una matrícula de 170 estudiantes con un índice de vulnerabilidad del 70%**.

La escuela pertenece al porcentaje de las construcciones chilenas entregadas antes del 2007, las cuales cuentan con una **aislación térmica deficiente** dado que en aquel tiempo, no existían regulaciones al respecto de las características constructivas y rangos de temperatura de confort interior de 20 a 22°C (Ciper, 2021). Este escenario en la construcción, produce bajas temperaturas y altos niveles de humedad al interior de estas y, también, una mayor necesidad de calefacción que no siempre puede ser subsanada, conocida como **pobreza energética**: una forma de privación distinta de la pobreza de ingresos pues se debe destinar una **importante fracción del ingreso y experiencia de la comunidad** a costear la calefacción diaria.

## El subsidio

### *Conservación de infraestructura de establecimientos educacionales públicos.*

El subsidio de Conservación de Infraestructura de Establecimientos Educacionales Públicos en Chile es una medida implementada por el gobierno para mejorar y mantener la infraestructura de las escuelas y liceos públicos del país. Su objetivo principal es asegurar que los estudiantes tengan acceso a ambientes educativos seguros y adecuados para su aprendizaje, ya que una infraestructura adecuada y bien conservada contribuye al bienestar de los estudiantes y facilita un ambiente propicio para el proceso de enseñanza-aprendizaje

Para acceder a este subsidio, los establecimientos educacionales públicos deben presentar proyectos que demuestren la necesidad y la urgencia de las reparaciones o mejoras propuestas. En el caso de la Escuela Arturo Mutazabal Sotomayor, la principal necesidad radicaba en el aislamiento térmico, al ser una vivienda construida anteriormente a la regulación de la OGCU, por lo que se postuló a la compra de materiales y mano de obra para mejorar su infraestructura térmica.

#### ¿Qué se usa actualmente?

Al iniciar un proyecto que contempla la mejora térmica de la construcción, se realiza una reconstrucción de los muros, implementando en ellos aislantes como la **lana de vidrio**, la cual es una fibra mineral fabricada con filamentos de vidrio y aglutinante, provocando que el espacio generado entre estos, aumentan la resistencia a la transmisión de calor y frío.

#### ¿Que consecuencias trae?

Es un material invasivo y contaminante en términos de implementación, necesitando estrictamente iniciar **obra gruesa** en la vivienda y mano de obra especializada para su instalación. Su manipulación sin implemento de seguridad personal trae **consecuencias para la salud**.

#### ¿Por qué se utiliza este material?

Es un **material económico y con una gran aislación térmica**, marcando un  $0,043 (\lambda)[W/mK]$  en conductividad térmica.



### *Obra invasiva*

La instalación del aislante térmico de fibra de vidrio es tan invasiva, puesto que se deben desarmar los muros y volver a construir su interior para instalar el material, que provoca que sea un proceso lento.

Esto genera que la escuela se mantenga con materiales delicados y que necesitan implementación de seguridad personal para ser manipulados, a la vista y alcance de los pasillos principales donde transitan los niños.

### *Intermitencia e incertidumbre*

Generalmente, las constructoras que lideran este tipo de proyectos generan sub contratos de trabajadores, donde estos tienen una alta rotación de sus puestos de trabajo.

Esto provoca que en la escuela haya un constante flujo de personal desconocido, donde por consecuencia, se generan atrasos en la obra por falta de mano de obra especializada que intensifican la incertidumbre en el usuario de cuando se finalizaran los trabajos.



### *Alteración de los espacios*

Al entrar en obra gruesa, el espacio se expone a químicos y materiales nocivos para la salud, lo que obliga a los usuarios (estudiantes, profesores y colaboradores) a buscar otros espacios no habilitados para realizar sus actividades de forma normal.

Esto tiene por consecuencia, que los libros de clases, materiales y otros elementos se queden amontonados siendo difícil acceder a ellos, influyendo en el desarrollo de las clases.

## 6.1.2

El problema de la solución entregada por las empresas proveedoras no sólo es lo invasivo, poco sustentable y dañino para la salud del material, si no que también su tiempo de implementación de este es **extremadamente largo**.

En otros subsidios enfocados a la mejora térmica que utilizan el mismo foco estratégico, la situación es crítica puesto a que de los **1,3 millones de subsidios** entregados entre 2004 y 2018 para mejoramiento de vivienda (de los cuales sólo **100 mil estuvieron orientados al acondicionamiento térmico**), hasta la fecha no se ha superado llegar a la meta de entregar 15 mil subsidios anuales para subsanar la necesidad existente en el país, y donde además, en los dos últimos años, estas ayudas no superaron las **10 mil unidades anuales**.

Considerando estas cifras y los escasos subsidios para acondicionamiento térmico otorgados a la fecha, el escenario es desalentador, puesto que **con la tasa actual que se está manejando, es imposible mejorar en menos de un siglo los hogares de quienes hoy pasan frío**" (Ciper, 2020).

### ¿Cómo entra el proyecto en este contexto?

Lanapiedra entra como una solución de aislamiento térmico de muros en deficiencia de esta, pero con la diferencia de que es auto gestionable, sin necesidad de entrar en obra gruesa para su implementación y con una funcionalidad térmica similar para subsanar el déficit de la construcción. Además, evita el contacto de la comunidad con materiales de riesgo para la salud y la exposición constante a estos.

### ¿Es un material competitivo a implementar?

El material entra de forma competitiva funcionalmente frente a la lana de vidrio, marcando un 0,040 ( $\lambda$ ) [W/mK] en conductividad térmica. Este resultado puede incrementarse con el grosor del módulo a implementar, pero incluso con el resultado actual del material se puede posicionar de forma paralela a la aislación de lana de vidrio, junto a las ventajas de instalación y sustentabilidad que le acompañan.

"Soy apoderada hace más de 8 años y la cantidad de problemas que nos ha traído la obra ha sido un dolor de cabeza. Necesitamos una solución más sencilla"

Maribel, Apoderada.

Fotografía de casco constructor junto a materiales de aislación en Escuela Arturo Merino Mutazabal. Elaboración propia, 2023.





Marcela Gajardo, Directora.  
Escuela Arturo Merino Mutazabal.  
Elaboración propia, 2023.



Ramón, Auxiliar de aseo.  
Escuela Arturo Merino Mutazabal.  
Elaboración propia, 2023.

"Necesitamos urgente proyectos más **innovadores**. Como directora estoy contenta con que nuestros estudiantes tendrán mejores condiciones de estudios, sin embargo, el costo por ello es muy alto y no sólo en términos económicos. **Lanapiedra. es un proyecto sustentable, innovador y funcional** que de todas maneras se hubiera implementado en nuestras dependencias"

*Marcela, Directora.*

## Validación Sistema Producto

### | Facilitadores y usuario final

A partir de los antecedentes mencionados anteriormente, se decidió llevar el revestimiento lanapiedra. para validar su implementación en el caso de estudio, tanto su enfoque de **sistema-producto** cómo su factibilidad térmica, de instalación y competitiva frente a las soluciones actuales que se consideran en este subsidio.

Se entrevistaron a diversos miembros **administrativos, colaboradores y estudiantes** de la escuela con el objetivo de validar el sistema pensado para el proyecto, **su interacción y experiencia asociada al producto** e implementación de este, y finalmente el interés de la comunidad sobre **iniciativas innovadoras, con enfoque sustentable y sostenible.**



Jose Miguel Mellado  
Encargado de proyecto, DAEM.  
Elaboración propia, 2023.

## Organismo Público

El rol de la entidad pública a presentar el proyecto, cumple con ser un **facilitador** de este para los usuarios subsidiados por el organismo. En ese sentido, el usuario final es quien obtendrá los beneficios directos del producto y el organismo público actuará como un intermediario entre la empresa lanapiedra. y la comunidad/usuario que presenta una necesidad térmica.

El modelo sistema-producto del proyecto fue presentado a Jose Miguel Mellado, actual líder de proyecto ganador del Subsidio de Conservación de Escuelas Públicas de Chile, quien validó el producto en cuanto a sus **características funcionales** y **posibilidades** de entrar competentemente en el subsidio, donde se destacó la fácil implementación de este frente a los materiales actuales, y por sobre todo, la ventaja de no tener que entrar a realizar

obra gruesa en la infraestructura, cómo es en el caso de la instalación de aislación con lana de vidrio. Esto último, según explica Jose, ha sido el mayor dolor dentro de la experiencia subsidiaria, puesto que han involucrado atrasos de obra por baja disponibilidad de recursos humanos para la instalación, reuniones con la comunidad de apoderados de la escuela por el flujo de personas desconocidas, la intermitencia en el desarrollo de las clases de los alumnos y la permanencia de materiales de construcción con consecuencias negativas en la salud cerca de los niños.

El proyecto lanapiedra. **permite que se pueda subsanar la necesidad térmica** de la construcción en hasta un **80% menos** del tiempo de trabajo y recursos humanos que involucra la instalación de lana de vidrio.

"En el caso de la proyectos que buscan una **mejor aislación térmica de la construcción**, una solución cómo la de este producto es ideal para contextos donde una obra gruesa genera una **gran problemática en la experiencia del usuario final**. Nos ahorraríamos 5 o más meses de incomodidad y tendríamos el mismo resultado funcional"

*Jose Miguel, DAEM.*



Marta Jara, inspectora de aseo.  
Escuela Arturo Merino Mutazabal.  
Elaboración propia, 2023.



Tatiana, alumna.  
Escuela Arturo Merino Mutazabal.  
Elaboración propia, 2023.



Maribel, Apoderada.  
Escuela Arturo Merino Mutazabal.  
Elaboración propia, 2023.

## Usuario final

Se validó la implementación de lanapiedra. en la escuela en conjunto al usuario final, que en este caso, es la **comunidad** del inmueble.

Se presentó el proyecto a **estudiantes, auxiliares de aseo, profesores, apoderados y miembros administrativos**, donde se obtuvo una retroalimentación importante sobre la percepción y la importancia que se le daba a la experiencia con el material, su implementación y convivencia con los usuarios, más que su promesa funcional.

Este hallazgo, fue importante a nivel de proyecto, pero por sobre todo a nivel metodológico, puesto que se logro evidenciar **lo crítica que es la experiencia del usuario en la implementación de nuevos materiales en sus ecosistemas.**

A nivel de **sostenibilidad y sustentabilidad** del proyecto, este tuvo una validación positiva puesto que, Chillán al ser una zona con la existencia de gran campos en sus alrededores, había una percepción y valor más fuerte frente al recurso.

"Un proyecto cómo el tuyo nos dejaría hacer aseo en el baño para nuestros niños y dejar de preocuparnos del desorden que hay todos los días en el pasillo"

*Marta, Auxiliar.*

"A mi lo que más me gusta de tu proyecto es que es **lana de la zona.** Yo tengo campo acá cerca, cómo la gran mayoría de mis compañeros, y es **importante para nosotros que se valore el campo y los recursos que se tienen"**

*Ramón, Auxiliar.*

"Es molesto estar en clases y que nos cambien a cada rato de lado porque hay mucho polvo o vidrio, pero hay que aguantar porque si solo se trabajara los fin de semana **estaríamos muchos meses mas y no queremos eso"**

*Tatiana, Alumna.*



Elvira,  
Ganadera de Chillán.  
Elaboración propia, 2023.



## Validación Sistema Producto | Colaboradores

### Ganaderos

Entregan la materia prima **en bruto** al proyecto lanapiedra bajo un precio justo, que considera los costos de esquila, albergue y transporte realizado por los colaboradores de los ganaderos, sin discriminación por raza ovina ni condiciones de entrega, puesto que ninguno de estos factores influye en el resultado del producto. El acopio se generará gracias a las alianzas estratégicas con **centros de**

**residuos municipales** y posteriormente, el proyecto realiza una recolección mensual del residuo para llevarlo a fábrica y proceder a hacer el material. Este sistema fue validado con Elvira e Ignacio, ganaderos de Ñuble y Valparaíso, quienes **gustaron tanto del proyecto por su carácter sustentable**, que mostraron interés en dejar su lana lavada y guardada en sacos limpios para colaborar.

"Lo que más me gusta del proyecto es el **alivio** que me da tener un lugar donde se que van a **recibir mi lana sin pasar por el proceso de discriminación**. En otros lados uno entrega los sacos y te devuelven la mitad porque no cumple con la calidad textil, y ahí empiezo a acumular."

*Elvira, Ganadera.*



Christian y David  
Miembros de Reciklast  
Elaboración propia, 2023.

## Validación Sistema Producto | Colaboradores

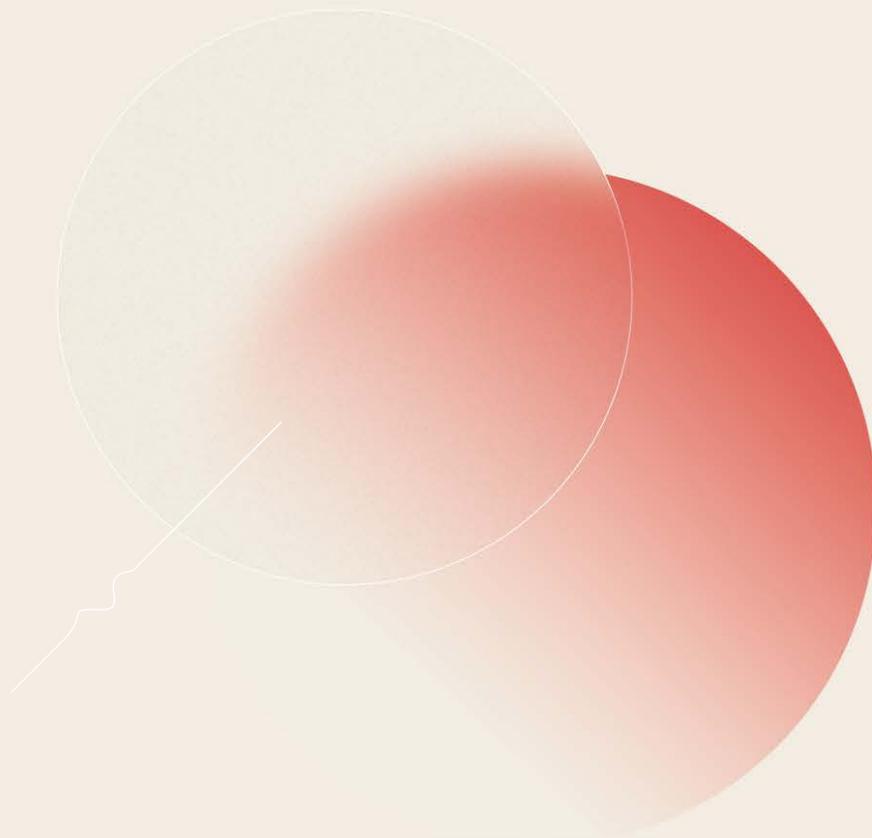
### Reciklast

Se genera un trabajo **colaborativo** con la empresa encargada de fabricar la maquinaria necesaria para la producción del revestimiento interior. El equipo de proyecto lanapiedra. va entregando feedback de los resultados prototipados para que el equipo Reciklast realice los cambios pertinentes en la maquinaria, generándose un co-diseño de esta. Esto valida en el proyecto, que la **colaboración de**

**actores permite un enfoque multidisciplinar y además con beneficios para ambas partes**, ya que la empresa Reciklast, al estar enfocada en la innovación de un rubro que ha tomado fuerza recientemente, considera el proyecto cómo un apoyo no sólo económico si no también, de **visibilidad** de su empresa para otros proyectos enfocados en la innovación de productos y materias primas plásticas.

"La máquina creada para el proyecto se ajusto según las necesidades del material, donde se priorizo tener **mayor control de temperatura, que fuera una estructura fácil de desmontar y de abarcar el volumen del recurso**. Es importante el trabajo en conjunto con la diseñadora del proyecto para entender las **expectativas en el resultado del material**"

*Christian, Gerente.*



**CIERRE**

07



## Modelo de negocios

### *Mercado Objetivo*

Personas entre 25 y 60 años, que pertenezcan al grupo socioeconómico C1, C2, C3 Y D. Este segmento de usuarios debe presentar una necesidad funcional y aspiracional de mejorar la calidad térmica de su vivienda.

Considerando la cantidad de construcciones implementadas entre 1990 y 2018, de las cuales 2,4 millones corresponden a aportes habitacionales para sectores vulnerables, donde un 60% de las viviendas adquiridas mediante estos 2,4 millones de subsidios corresponden a construcciones entregadas antes de la entrada en vigencia de la reglamentación térmica vigente, existe un mercado potencial de 4.346.973 viviendas a mejorar en el territorio nacional.

### *Disposición a pagar*

Considerando que la instalación de lana de vidrio para la mejora térmica de un espacio de 50 mts tiene un costo distribuido en total de \$1.423.00 CLP, y mientras que el revestimiento lanapiedra., bajo las mismas condiciones, posee un costo total de \$708.000 CLP, más el patrón de valor involucrando en el producto, existe una disposición a pagar a partir de los datos que ya se manejan para la oferta actual del mercado.

### *Estrategia de costos*

La estrategia de costos de la empresa se enfocara en disminuir las variables que afectan al precio de mi producto y las acciones que se realizarán para disminuirlas de forma que el producto pueda ser lo más competitivo posible, cómo por ejemplo:

**Variable de insumo:** Se optará por trabajar bajo economías de escala

**Variable RRHH:** Convenios con universidades y desarrollo de prácticas profesionales

**Variable de logística:** Alianzas con espacios de acopio.

### *Fuente de ingresos*

Las fuentes de ingreso del proyecto se desarrollaran mediante tres canales:

1. Venta al estado mediante la participación en licitaciones públicas.
2. Venta a constructoras y empresas especialistas en materiales de construcción.
3. Venta directa al usuario por ecommerce.

# 7.I.I

<p><i>Socios claves</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresas de fabricación de maquinaria de acero</li> <li>2. Industrias de producción y venta de bioplásticos</li> <li>3. Ganaderos con venta de doble propósito</li> <li>4. Centros de acopio de residuos</li> <li>5. Instituciones financiadoras de proyectos de innovación, sustentabilidad y/o comunidad (ej. Innova Fosis)</li> </ol>	<p><i>Actividades clave</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejora del producto en laboratorios especializados en polímeros e innovación.</li> <li>2. Posicionarse en el mercado de la construcción.</li> <li>3. Relación con organismos públicos facilitadores</li> <li>4. Relación con inversionistas interesados en la sustentabilidad y bienestar de vivienda</li> <li>5. Generar alianzas estratégicas con empresas de foco sustentables</li> </ol>	<p><i>Propuesta de valor</i></p> <p>Revestimiento de interiores en formato modular, diseñado en base a una lógica de sistema-producto que valora el residuo ganadero. Responde a la <b>mejora térmica de una construcción sin necesidad de entrar en obra gruesa</b>, lo que optimiza horas de trabajo, recursos humanos especializados y costos experienciales asociados.</p>	<p><i>Canales</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subsidios de mejoramiento térmico de la vivienda y/o espacio comunitario de carácter público.</li> <li>2. Tiendas de materiales especialistas en construcción o revestimientos térmicos.</li> </ol>
	<p><i>Recursos clave</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Físicos:</b> Recursos y materia prima a bajo costo, centros de acopio, maquinaria.</li> <li>2. <b>Humanos:</b> Equipo de trabajo multidisciplinar</li> <li>3. <b>Estratégicos:</b> Alianzas con proveedores e instalaciones.</li> </ol>	<p><i>Segmento</i></p> <p>Personas entre 25 y 60 años, que pertenezcan al grupo socioeconómico C1, C2, C3 Y D, y presentar una necesidad funcional y aspiracional de mejorar la calidad térmica de su vivienda.</p>	<p><i>Relación con el cliente</i></p> <p>Página web instructiva. Visibilidad en programas de acondicionamiento térmico de la vivienda. Alianza para mayor visibilización con Fundación Chile.</p>
<p><i>Estrategia de costos</i></p> <p>La estrategia de costos de la empresa se enfocará en disminuir las variables que afectan al precio de mi producto y las acciones que se realizarán para disminuirlas de forma que el producto pueda ser lo más competitivo posible, cómo por ejemplo:</p> <p><b>Variable de insumo:</b> Se optará por trabajar bajo economías de escala  <b>Variable RRHH:</b> Convenios con universidades y desarrollo de prácticas.  <b>Variable de logística:</b> Alianzas con espacios de acopio.</p>			<p><i>Fuentes de ingresos</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Venta al estado mediante la participación en licitaciones públicas</li> <li>2. Venta a constructoras y empresas especialistas en materiales de construcción.</li> <li>3. Venta directa al usuario a través de un ecommerce</li> </ol>

## Financiamiento

### Recursos financieros

Se estableció un plan piloto financiero para el proyecto, donde se consideró una estructura de 50 mts<sup>2</sup>, con paredes de un alto de 2,4 mts. para implementar el revestimiento interior.

No se consideró la mano de obra puesto que el diseño está pensado para ser autogestionable, por lo que no se necesita la contratación de mano de obra especializada, siendo instalado por el usuario/comunidad.

El cálculo de m<sup>2</sup> está basado en la proyección modular del revestimiento a partir de las variables establecidas anteriormente.

### Pared tipo

Largo 2,4 mts

### Precio por unidad modular

Unidad de LV \$30.000 CLP

Unidad de fijación \$16.000 CLP

### Cantidad de 4 módulos por vivienda

Metros cuadrados de pared 50 m<sup>2</sup>

Unidad revestimiento en m<sup>2</sup> 3,84 m<sup>2</sup>

Cantidad necesaria por vivienda 14 unidades de 4 módulos

### Otros insumos necesarios

#### Material de fijación

Ancho a cubrir 1,6 mts

Largo a cubrir 2,4 mts

Metros cuadrados de pared 50 m<sup>2</sup>

### Costo por vivienda total en insumos

Costo total revestimiento \$450.000

Costo material de fijación \$270.000

### Costo mano de obra

Autogestión 14 horas de trabajo

### Total

Insumos \$450.000

Obra \$270.000

Total \$720.000

## 7.1.2

# Alianzas y fondos concursables

### Stakeholders actuales



#### Precious Plastic - Reciklast

Precius Plastic busca hacer conciencia sobre el daño ambiental que provoca la contaminación plástica en los ecosistemas. Reciklast es un taller de fabricación de sistemas de reciclaje bajo el modelo Precious Plastic.



#### CIAP Escuela Politécnica

La CIAP contribuye en forma dinámica al conocimiento en los materiales poliméricos, por medio del desarrollo de proyectos de investigación multidisciplinarios a nivel local, nacional e internacional.

### Stakeholders potenciales



#### Innova Fosis Chile

El fondo estatal Innova Fosis convoca a la sociedad civil, la academia y al sector privado a presentar soluciones innovadoras, que generen respuestas novedosas para una realidad cambiante y compleja.



#### MINVU Chile

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo tiene como misión contribuir a la construcción de ciudades socialmente integradas, conectadas y más felices, donde proporciona subsidios para viviendas adecuadas a ello.

### Fondos concursables



#### CORFO Chile

Corfo busca mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo el capital humano y las capacidades tecnológicas para el desarrollo sostenible.



#### DEP Chile

La Dirección de Educación Pública otorga un subsidio orientado a la reparación de la infraestructura para realizar reparaciones, entre ellas las térmicas, de los establecimientos educacionales.

## Proyecciones

El proyecto lanapiedra. presenta grandes desafíos a nivel de producto, sustentabilidad y experiencia de usuario. Es importante mantener el foco responsable con el medio ambiente y trabajar en pos de evitar generar más residuos, lo que es un conflicto con los procesos de prototipado.

Es por esto, que una de las proyecciones más importantes del proyecto, además de pulir el frente funcional del material, es buscar una mejora en la experiencia de uso del producto, buscando valorar los intangibles que entrega el usuario y potenciarlos para que la decisión de compra e implementación logre verse persuadida por un significado mayor a la percepción visceral del producto.

**"Dotar de *significados* los espacios que habitamos"**

lanapiedra.

### *Corto plazo*

Realizar sesiones participativas con usuarios para identificar dolores en las interacciones críticas que permiten la exitosa instalación del proyecto lanapiedra. en las viviendas.

Diseñar página web, packaging y espacios de difusión de la empresa fuera de la entidad estatal.

### *Mediano plazo*

Mejorar el frente funcional del proyecto, para poder patentar y estandarizar el material frente la normativa vigente en el rubro de la aislación térmica de la construcción.

### *Largo plazo*

Trabajar en pos de nuevos desarrollos del material que permitan potenciar sus atributos, ya sean térmicos o estructurales, para poder desarrollar y estudiar nuevos productos y contextos.

## 7.2.2

# Equipo multidisciplinar

### Diseñadores Integrales

Encargados de la propuesta de valor y mejora integral del producto, además de analizar los puntos de dolor en la experiencia del usuario para ofrecer mejoras en el sistema-producto, desarrollando así nuevas ideas.

### Ingenieros Reciklast

Encargados del laboratorio y desarrollo de prototipos a nivel técnico. Este equipo se conforma por ingenieros químicos, civiles, industriales, eléctricos, entre otros. Son los líderes del frente técnico.

## Proyecto Lanapiedra.

### Jefes operacionales

Encargados de la operación de la empresa, la logística, el retiro y entrega de los residuos de lana junto al transporte de los productos. Son los encargados de llevar a cabo las estrategias creadas en la oficina lanapiedra.

### Ingenieros Comerciales

Encargados de la gestión económica y estratégica de la empresa. Buscan nuevas oportunidades de negocio, distribuyen los costos y optimizan la productividad de la empresa.

### *Reflexión personal*

---

Diseñar productos sustentables que consideren tanto la experiencia de sus usuarios como el contexto de implementación es una tarea compleja pero esencial en la búsqueda de un futuro más responsable con el medio ambiente.

Esto nos invita a pensar más allá de la funcionalidad y la estética de un producto y a considerar el impacto que este tendrá en las personas y el entorno en el que se desenvuelve, poniendo la experiencia de usuario en el centro, considerándola de manera participativa, creativa y activa.

Cuando se diseña consciente, esto implica preguntarse cómo ese producto puede mejorar la vida de las personas que lo utilizan, cómo este logra ser coherente con su propósito de existir, apuntando a su sostenibilidad en el tiempo y la aceptación por parte del usuario que lo acoge, donde es clave construir una relación duradera entre el producto y su comunidad de usuarios.

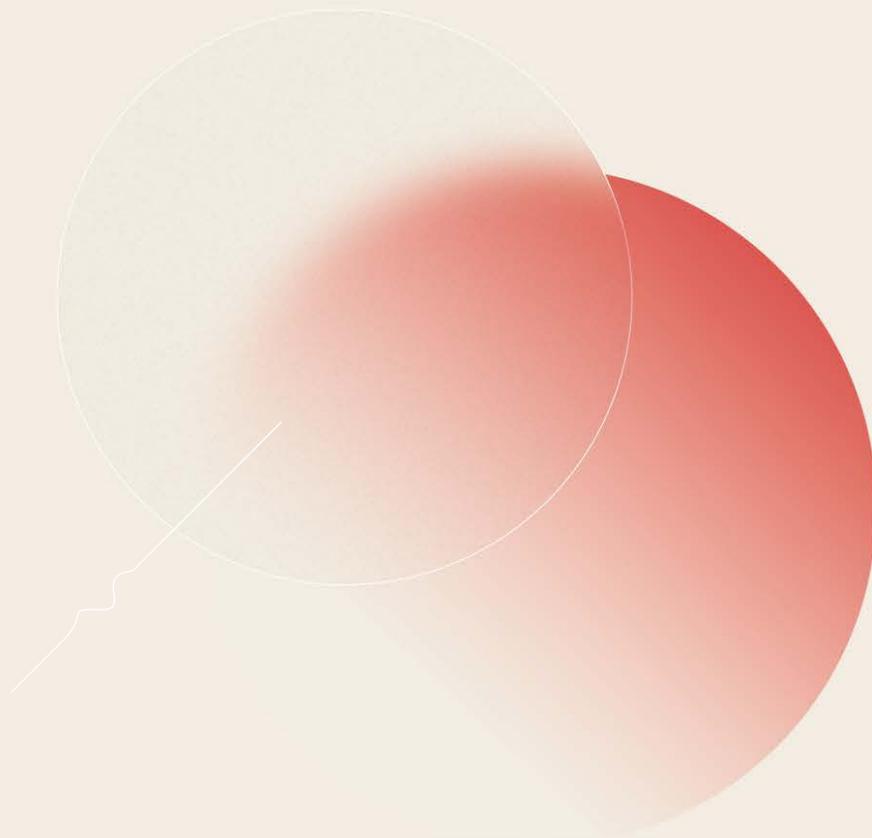
Para lograrlo, es crucial entender las verdaderas necesidades y deseos de los usuarios. Esto implica escuchar, observar y comprender sus experiencias, para identificar qué aspectos de un producto pueden ser mejorados o modificados para hacerlo más amigable con el entorno y más beneficioso para la

vida de quienes lo emplean. Un producto sustentable debe ser útil, eficiente, y enriquecer la vida cotidiana de las personas, a la vez que minimiza su huella ecológica.

Considerar el contexto de implementación es igualmente importante. Cada lugar tiene sus particularidades, sus recursos naturales y sus desafíos específicos. Un producto que sea sostenible en una región puede no serlo en otra, por lo que el diseño debe adaptarse a cada entorno y sus características particulares. Tomar en cuenta la disponibilidad de materias primas locales, las condiciones climáticas y las experiencias en torno al material es esencial para asegurar que el producto se adapte en la comunidad donde será implementado.

El diseño de productos sustentables también debe abarcar todo el ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su eventual desecho. Es clave trabajar aquel punto en profundidad dentro de la piedra, puesto que incluso con la estrategia focalizada en el desarrollo de un producto circular, hay elementos que tienen espacio de mejora y cuestionamiento, que deben volver a ser analizados y rectificados para encontrar la óptima versión del sistema-producto diseñado.





# BIBLIOGRAFÍA

8.

1. Carvajal R., Andrés y Barra A., Rodrigo de la (eds.) (2021) La genética ganadera en la Patagonia Verde [en línea]. Boletín Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 438. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67572>
2. Cardellino, R. y Richero R. (2020). La producción mundial y los usos finales de lanas con diferentes diámetros [Archivo PDF]. <http://www.camaramercantil.com.uy>
3. Chapman, J. (7 de agosto de 2012). Design to reduce the need to consume. Textile Toolbox. <http://www.textiletoolbox.com/research-writing/design-to-reduce-the-need-to-consume/>
4. Claro M., Daniel. (2009). Situación del rubro ovino en Chile en el territorio comprendido entre las regiones V y XI. <https://www.goldensheep.cl/situacion-ovina-entre-regiones-v-y-x>
5. Ellen Macarthur Foundation. (2017). Diseño Circular. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/circulardesign>
6. Ellen Macarthur Foundation. (2017). Economía Circular. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/>
7. Early, R. (2017). Circular Design Futures. The Design Journal, 20(4), 421-434. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14606925.2017.1328164>
8. Fjord & Accenture Interactive. (2022). Fjord Trends 2022. Accenture.
9. Grantham, C. (23 de agosto de 2018). Is it possible to redesign the economy entirely?. Conferencia Summit, Londres, Reino Unido. <https://www.youtube.com/watch?v=UgJf3iqDco>
10. Guarda, P. (2018) Esquila y acondicionamiento del vellón. En Tecnificación del proceso de acondicionamiento y transformación artesanal de Lanas y Cueros Ovinos pigmentados en la Región de Los Lagos (pp.73-82). Boletín INIA. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6717>
11. Goldsworthy, K. y Ellams, D. (2019). Collaborative Circular Design: Incorporating Life Cycle Thinking into an Interdisciplinary Design Process. The Design Journal, 22(1), 1041-1055. <https://doi.org/10.1080/14606925.2019.1595416>
12. Gonzalo, E. (2017) El escenario actual de la lana: Mercado mundial y nacional, perspectivas y posibilidades. Laboratorio de lanas. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_lana\\_escenario-actual\\_julio-2017.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_lana_escenario-actual_julio-2017.pdf)
13. Jordana, J., Delgado, J.V. (Octubre de 2015). Una visión socio-económica de la conservación de las razas y sistemas locales basada en sus productos diferenciados. Conference: XVI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de recursos Zoogenéticos, Villavicencio, Colombia.
14. Kviseth, K. y van Delden, E. (2020). Circular design was made easy with wool.
15. Llorach, P., Guasch, C. y Lles, J. (2020). Circular Materials Fundamental. En Cleries, L., et al.(Eds.), Material Designers (pp. 13-25). Elisava, Politecnico Di Milano, Matter.
16. Manzini, E. (2015). Design, When Everybody Design: An Introduction to design social innovation. The MIT Press.
17. Mohanty, A. K., Misra, M. y Drzal, L. T. (2002). Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World. Journal of Polymers and the Environment, (10), 19-23.
18. Nolan, E. (2014). The economic value of wool attributes phase 2. A report prepared for Australian Wool Innovation. University of Sydney. <https://www.wool.com/globalassets/start/about-awi/publications/woolattributes.pdf>
19. Rognoli, V. (26 de octubre de 2022). Designing Materials for the sustainability transition. Conferencia Internacional: Material Driven Design, Santiago, Chile.
20. Karana, E., Rognoli, V., Barati, B. y Van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A method to design for materials experiences. [https://www.researchgate.net/Material\\_Driven\\_Design\\_MDD](https://www.researchgate.net/Material_Driven_Design_MDD)
21. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2013). Estudio: Mercado de la carne y lana ovina en Chile. <https://www.odepa.gob.cl/mercadoCarneLanaOvina.pdf>
22. Pizarro Cisternas, A. A. (2020). Estudio Técnico para la implementación de la lana de oveja cómo aislante en Chile [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica Federico Santa María]. <https://repositorio.usm.cl/>
23. Petrie O.J., (1995). Textile fiber producing animals. En FAO Agricultural Services Bulletin(Ed.). Harvesting of textile animal fibers. (Vol. 122, pp. 1-6). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
24. Rethinking Products. (s.f). Cradle to Cradle Design Framework. <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle> Robertson, D. (21 de julio de 2020). Shropshire farmer uses sheep fleeces for compost due to low cost of wool.
25. Secretaría Regional Ministerial de Agricultura Región de Magallanes y Antártica Chilena. (2015). Agenda de innovación estratégica ovina carne-lana. Fundación para la Innovación Agraria. <https://bibliotecadigital.fia.cl>
26. Squella N., Fernando (ed.) (2007) Catálogo de genética ovina, núcleo de mejoramiento genético ovino [en línea]. Litueche. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/36880>
27. S.L. Innovación y Cualificación. (2018). Iniciación en materiales, productos y procesos textiles. IC Editorial. The WoolMark Company. (2022). Wool is resistant to fire. WoolMark. <https://www.woolmark.fr/globalassets> Westreicher, G. (09 de septiembre de 2020). Sociedad. Economipedia.
28. World Design Summit Organization (16-25 de octubre de 2017). Montréal Design Declaration. World Design Summit Meeting, Montréal, Canada. <https://worlddesignsummit.com>
29. World Economic Forum. (2020). The Future of Nature and Business. New Nature Economy Report II. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Future\\_Of\\_Nature\\_And\\_Business\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Future_Of_Nature_And_Business_2020.pdf)
30. Wool Appreciation Course. (s.f). <https://www.woolmarklearningcentre.com/program-library>
31. Biblioteca del Congreso Nacional. (s/f). Biblioteca del Congreso Nacional. [www.bcn.cl/leychile](http://www.bcn.cl/leychile). Recuperado el 19 de julio de 2023, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=257828>
32. Castro, E. (2023, enero 25). Proyectos de Conservación de Infraestructura 2023. Ministerio de educación. <https://www.mineduc.cl/proyectos-de-conservacion-de-infraestructura-2023/>
33. Fierro, J. P. (2022, octubre 20). Eficiencia Energética en viviendas: cuando el Ministerio de Energía abandona un compromiso. CIPER Chile; Fundación CIPER. <https://www.ciperchile.cl/2022/10/20/eficiencia-energetica-en-viviendas/>
34. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). (2018, octubre 31). Modulor; Modulor Arquitectura. <https://modulor.cl/ordenanza-general-de-urbanismo-y-construccion/>
35. Pávez, J. (2020, noviembre 12). Frío, contaminación y hacinamiento: un millón de viviendas sociales con fallas que facilitan la expansión del Covid-19. CIPER Chile; Fundación CIPER. <https://www.ciperchile.cl/2020/11/12/frío-contaminacion-y-hacinamiento-un-millon-de-viviendas-sociales-con-fallas-que-facilitan-la-expansion-del-covid-19/>
36. ¿Qué es la conductividad térmica (?) Resistencia Térmica (R) y Transmitancia Térmica (U) y el R100? (s/f). Aislacel. Recuperado el 19 de julio de 2023, de <https://www.aislacel.cl/article/que-es-la-conductividad-termica-resistencia-termica-r-y-transmitancia-termica-u-y-el-r100>
37. Vivienda y pobreza energética en Chile: desafíos en el contexto actual. (2020, septiembre 22). El Mostrador. <https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2020/09/22/vivienda-y-pobreza-energetica-en-chile-desafios-en-el-contexto-actual/>