



Desarrollo de material biobasado a partir del orujo de uva y su valorización mediante aplicaciones de diseño.

Memoria para optar al título de Diseñadora Industrial

Belén Lagos Moreno
Profesora guía: Andrea Wechsler

Santiago Chile, 2022

Agradecimientos

A mi familia, por su cariño y apoyo en el proceso universitario.

A cada persona que conocí en el desarrollo de la investigación, por sus palabras de aliento y hacerme sentir que el proyecto tenía un sentido.

A los encuestados, quienes dejaron en sus respuestas palabras valiosas para este proyecto.

A Viña Choapa, por la disposición y amabilidad con la que siempre me recibieron.

A Vinolia, La Cava del Sommelier, Vanessa del Mundo del Vino, Álvaro de CAV, por atenderme con la mejor disposición y ayudarme a desarrollar mis objetivos

Gracias a la Fundación Matter of Trust Chile por su interés y recibimiento. Por generar una red colaborativa en función de la gestión de residuos.

A Felipe, del Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales del Campus Beauchef de la Universidad de Chile. Por su tiempo y por hacer un poco más amigable el área de estudio de materiales.

A mi profesora guía, Andrea Wechsler por la paciencia y conocimiento entregado.

A Álvaro, por estar siempre y haber sido un pilar fundamental en este proceso que es una montaña rusa de emociones, gracias por tanto amor y contención.

Índice

Introducción	1
Problema de investigación	3
Objetivos de investigación	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Pregunta de investigación	4
Capítulo I: Revisión bibliográfica	6
1. Vitivinicultura sustentable	8
2. Orujo de uva	9
3. Efectos en el medio ambiente	12
4. Ecología industrial y desarrollo sustentable	14
5. Ecodiseño	16
6. Materiales compuestos	19
7. Material Driven Design	21
8. Estado del Arte	23
8.1. Proyectos de investigación	23
8.2. Referentes de Diseño y Materialidades	25
8.3. Referentes y su relación con este proyecto	28
Capítulo II: Métodos	30
1. Diseño y fabricación de material biobasado	33
1.1. Definir tratamiento a materia prima orujo de uva	34
1.1.1. Identificar en qué estado se encuentra el residuo orujo de uva	34
1.1.2. Secado	34
1.1.3. Molienda	34
1.1.4. Análisis granulométrico	34

1.2. Exploración y selección de aglomerante	36
1.2.1. Extracción casera: Caseína de la leche	36
1.2.1.1. Método para obtener caseína	36
1.2.1.2. Generar muestras con caseína y orujo	36
1.2.2. Adhesivo local: Smart Bricks	37
1.2.2.1. Método para trabajar adhesivo	37
1.2.2.2. Generar muestras con Smart Bricks y orujo	37
1.2.3. Adhesivo certificado en el mercado: Bioespuma	37
1.2.3.1. Método para trabajar Bioespuma	37
1.2.3.2. Generar muestras con Bioespuma y Orujo	37
1.2.4. Elección de aglomerante	38
1.2.4.1. Evaluación cualitativa de mezclas	38
1.2.4.2. Definir aglomerante a trabajar	38
1.3. Identificar herramientas para configuración de material biobasado	38
1.3.1. Explorar superficies y moldes para configurar muestra seleccionada	38
1.3.2. Seleccionar un proceso de conformación de acuerdo a criterios de evaluación	38
2. Caracterización del material mediante evaluación de sus propiedades	40
2.1. Evaluar propiedades físico-mecánicas del material biobasado a través de ensayos de laboratorio	41
2.1.1. Densidad	41
2.1.2. Absorción de agua e hinchamiento	41
2.1.3. Ensayos mecánicos: Flexión, Tracción y Compresión	41
2.1.4. Análisis de ensayos mecánicos	43
2.2. Trabajabilidad, mecanizado y comportamiento con agentes externos	43
2.2.1. Pruebas de mecanizado: perforación, corte y lijado	43
2.2.2. Observación de material en tierra húmeda en el exterior	45
2.2.3. Realizar pruebas de moldeado y texturas	45
2.2.4. Prueba de grabado y corte láser	45
2.3. Caracterización de material mediante características perceptuales	45
2.3.1. Caracterización experiencial (MDD)	45
2.3.2. Hacer tabla resumen de caracterización perceptual	46

3. Validación de material a través de aplicaciones de Diseño	48
3.1. Análisis de entorno local	49
3.1.1. Revisión de literatura acerca del Valle del Choapa	49
3.2. Desarrollo de propuesta conceptual y formal	49
3.2.1. Conceptualización mediante datos de "Kit Ma2E4" y entorno local	49
3.2.2. Identificar usuario de producto	49
3.3. Elaboración de prototipo formal	49
3.3.1. Realizar bocetos y modelos digitales	49
3.3.2. Elaboración de propuesta final	49
Capítulo III: Resultados	52
1. Diseño y fabricación de material biobasado	54
1.1. Tratamiento a materia prima orujo de uva	54
1.2. Exploración y selección de aglomerante	56
1.2.1. Caseína de la leche	56
1.2.2. Smart Bricks	59
1.2.3. Bioespuma	61
1.2.4. Elección de aglomerante para el proyecto	63
1.3. Identificar herramientas para configuración de material biobasado	64
2. Caracterización del material mediante evaluación de sus propiedades	66
2.1. Propiedades físico-mecánicas	66
2.1.1. Densidad	66
2.1.2. Absorción de agua e hinchamiento	66
2.1.3. Ensayos mecánicos	69
2.1.4. Análisis de ensayos mecánicos	72
2.2. Trabajabilidad, mecanizado y comportamiento con agentes externos	76
2.2.1. Resultado de ensayos de mecanizado	76
2.2.2. Observación de material en tierra húmeda en el exterior	79
2.2.3. Moldeado y texturas	83
2.2.4. Grabado láser	85

2.3. Caracterización experiencial mediante metodología Material Driven Design	87
2.3.1. Vinolia	88
2.3.2. La Cava del Sommelier	88
2.3.3. Feria Sustentable de la Universidad San Sebastián	89
2.3.4. Exposición "Diseño y Nuevas Materialidades" del Laboratorio de materiales biobasados de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile	89
2.3.5. Workshop Material Driven Design por Valentina Rognoli y Patricia Bolzan	90
2.3.6. Encuesta a estudiante de Proyecto VI de la Carrera de Diseño Industrial y Servicios de la Universidad de Chile	90
2.3.6.1. Análisis de resultados de la encuesta	91
2.3.6.2. Conclusiones MDD	92
3. Validación de material a través de aplicaciones de Diseño	94
3.1. Análisis de entorno local	94
3.2. Desarrollo de propuesta conceptual	96
3.2.1. Conceptualización	96
3.2.2. Identificar usuario de producto	99
3.3. Elaboración de prototipo	103
3.3.1. Bocetos y modelos digitales	103
3.3.2. Propuesta final	106
¿Dónde va a terminar el contenedor?	111
Conclusiones y proyecciones	113
Lista de Referencias	115

Lista de Figuras

Figura 1: Producción de uva que se utiliza para la elaboración del vino	9
Figura 2: Proceso de elaboración del vino	9
Figura 3: Fosa rebosante de orujo de uva	11
Figura 4: Pirámide hacia la Sustentabilidad	14
Figura 5: Metas de la Ecología Industrial	15
Figura 6: Juego didáctico para niños	20
Figura 7: Piezas articulables de juego para niños	20
Figura 8: Método de Diseño basado en materiales	21
Figura 9: Muestras con micelio de Laboratorio Materials Experience	22
Figura 10: Lámpara para ambientes	25
Figura 11: Enfriador y lámpara	25
Figura 12: Muestra material orujo y agar agar	25
Figura 13: Borde de material orujo y agar agar	25
Figura 14: Orujo molido sobre etiqueta de vino	26
Figura 15: Botellas de Vino Granza	26
Figura 16: Pastas con harina de trigo de orujo de uva y tinta y blanca	26
Figura 17: Platos con pasta que contiene orujo de uva tinta y blanca	26
Figura 18: Esquema resumen de métodos	32
Figura 19: Resumen "Tratamiento a materia prima orujo de uva"	35
Figura 20: (a) Ensayo Flexión, (b) Ensayo Tracción, (c) Ensayo Compresión	42
Figura 21: Taladro utilizado en ensayo de perforación	44
Figura 22: Corta cartón utilizado en ensayo de corte	44
Figura 23: Sierra caladora utilizada en ensayo de corte	44
Figura 24: Lijadora y lijas utilizadas en ensayo de lijado	44
Figura 25: Distintos moldes de silicona	45
Figura 26: Parámetros para grabado láser	45
Figura 27: Mapa de caracterización experiencial (Encuesta realizada a grupo objetivos)	47
Figura 28: Orujo de uva molido en Molino martillo	54
Figura 29: Orujo de uva molido en Molino de cuchillas	54
Figura 30: Orujo de uva molido que se ocupa en la conformación del material	55

Figura 31: Precipitación de caseína	56
Figura 32: Proceso de trabajo adhesivo Smart Bricks	59
Figura 33: Proceso de trabajo adhesivo Bioespuma	61
Figura 34: Gráfico comparativo de densidad de materiales	66
Figura 35: Muestras en inmersión contenidas en malla metálica	66
Figura 36: Resumen gráfico de hinchamiento y absorción de agua	67
Figura 37: Probetas antes de inmersión	68
Figura 38: Probetas después de inmersión	68
Figura 39: Probeta sometida al ensayo de flexión	69
Figura 40: Probeta de flexión 1, 2 y 3 volviendo a su forma	70
Figura 41: Probeta de flexión 1, 2, 3, 4 y 5 volviendo a su forma	70
Figura 42: Probeta sometida al ensayo de tracción	71
Figura 43: Probeta sometida al ensayo de compresión	71
Figura 44: Diagrama de Ashby – Resistencia a la flexión	72
Figura 45: Diagrama de Ashby – Resistencia a la tracción	73
Figura 46: Diagrama de Ashby – Resistencia a la compresión	74
Figura 47: Diagrama de Ashby – Módulos de Young	75
Figura 48: Ensayo de corte con corta cartón	76
Figura 49: Ensayo de perforación	76
Figura 50: Ensayo de corte con caladora	76
Figura 51: Ensayo de lijado	77
Figura 52: Prueba de hidroformado	78
Figura 53: Resultado de hidroformado	78
Figura 54: Material sobre tierra húmeda, día 1 y día 15	79
Figura 55: Material sobre tierra húmeda, día 30	80
Figura 56: Material sobre tierra húmeda, día 45, 60, 90 y 120	81
Figura 57: Material sobre tierra húmeda, día 135 y 150	82
Figura 58: Moldes de silicona y resultados	83
Figura 59: Moldes de silicona y exploración de bajo relieve y texturas	84
Figura 60: Resultado Test de grabado láser	85

Figura 61: Resultado Test de grabado de letras 1	85
Figura 62: Resultado Test de grabado de letras 2	86
Figura 63: Máquina láser realizando grabado	86
Figura 64: Muestra y Encuestados interactuando con el material biobasado	87
Figura 65: Encuestados en Barrio Italia	88
Figura 66: Publicación de Instagram de la Fundación Matter of Trust Chile	89
Figura 67: Asistentes a la feria interactuando con el material	89
Figura 68: Asistente a la exposición respondiendo encuesta	89
Figura 69: Exposición en el Hall de la FAU	89
Figura 70: Retroalimentación con la profesora Valentina Rognoli	90
Figura 71: Grupo de estudiantes encuestados	90
Figura 72: Grupo de estudiantes de Proyecto VI respondiendo encuesta	90
Figura 73: Resultados Nivel Afectivo	91
Figura 74: Nube de palabras Nivel Interpretativo	91
Figura 75: Minerales presentes en la Región de Coquimbo	94
Figura 76: Raja de Manquehua	94
Figura 77: Diagrama de la Prehistoria del Choapa	95
Figura 78: Diagrama de la conceptualización de características perceptuales y elementos del Valle del Choapa	96
Figura 79: Imágenes desarrollo del concepto	97
Figura 80: Tipografías exploradas	98
Figura 81: Paleta de colores del orujo de uva	98
Figura 82: Tienda "CAV" – Entrevista a Álvaro	99
Figura 83: Tienda "El Mundo del Vino" – Entrevista a Vanessa	99
Figura 84: Sector de accesorios en tienda CAV	100
Figura 85: Ice Bag	100
Figura 86: Manta de hidrogel en pack de accesorios	100
Figura 87: Moodboard de Contenedores aislantes para botellas de vino	101
Figura 88: Bocetos iniciales	103
Figura 89: Bocetos – Formas en base a montaña Manquehua	104
Figura 90: Bocetos finales	105
Figura 91: Proceso de modelado 3D	105
Figura 92: Prototipo final	106

Figura 93: Render de contenedor en uso	107
Figura 94: Render de contenedor sostenido entre manos	108
Figura 95: Dimensiones contenedor	109
Figura 96: Cambio de color después de un año	110

Lista de Tablas

Tabla 1: Ventajas y desventajas relevantes del ecodiseño	17
Tabla 2: Criterios de sustentabilidad para el material biobasado	17
Tabla 3: Clasificación de biopolímeros	19
Tabla 4: Etapa 1 de los métodos	33
Tabla 5: Códigos y variables para muestras con caseína de leche	36
Tabla 6: Códigos y variables para muestras con Smart Bricks	37
Tabla 7: Códigos y variables para muestras con Bioespuma	37
Tabla 8: Códigos y superficie de muestras	39
Tabla 9: Criterios de evaluación sobre configuración de mezcla	39
Tabla 10: Etapa 2 de los métodos	40
Tabla 11: Cuadro definición de Grados	43
Tabla 12: Etapa 3 de los métodos	48
Tabla 13: Análisis granulométrico molino de cuchillas	54
Tabla 14: Resultados de conformación de muestras con caseína	57-58
Tabla 15: Resultados de conformación de muestras con Smart Bricks	60
Tabla 16: Resultados de conformación de muestras con Bioespuma	62
Tabla 17: Formulación material elegido para trabajar	63
Tabla 18: Superficies exploradas para configuración de Bioespuma	64
Tabla 19: Comparación densidad de materiales	66
Tabla 20: Resultados de absorción de hinchamiento a las 2 horas	67
Tabla 21: Resultados de absorción de hinchamiento a las 24 horas	67
Tabla 22: Resultados Ensayo de Flexión	69
Tabla 23: Resultados Ensayo de Tracción	71
Tabla 24: Resultados Ensayo de Compresión	71
Tabla 25: Resultados Nivel Sensorial	91

Introducción

El siguiente proyecto se basa en la elaboración de un material biobasado procedente de fuentes renovables, rico en orujo de uva, buscando principalmente contribuir con el cuidado del medio ambiente, aprovechar los recursos que las viñas pueden brindar y la revalorización del residuo mediante aplicaciones de diseño que rescaten elementos característicos de la zona desde donde se obtiene el orujo de uva.

Las actividades industriales y agrícolas se encuentran fundamentadas en el uso de recursos naturales, generando por consecuencia impactos ambientales y conflictos sociales posibles por intereses de los actores que se encuentren involucrados. Paralelamente, si se desea aumentar la productividad, competitividad y eficiencia de la vitivinicultura, esta debe incrementar el aprovechamiento de los recursos con la finalidad de generar ahorros, reconocimientos directos y aumentar la competitividad en el mercado manteniendo siempre la calidad y sobrellevando las presiones sociales y ambientales.

A partir de la llegada de los conquistadores al continente americano, el vino ha estado presente en la historia chilena. Sin embargo, desde sus inicios, el desarrollo de la industria se ha caracterizado por hechos disruptores que han ido cambiando su trayectoria de crecimiento, no siempre libre de dificultades que han logrado definir el desarrollo y crecimiento de la industria vitivinícola como es conocida hoy en día (García, 2010).

La Organización Internacional de Viñas y Vinos (OIV) está impulsando constante y actualmente una producción más amigable con el medio ambiente. A la fecha incentiva un Plan Estratégico hasta el 2024 para impulsar las buenas prácticas de producción, el buen manejo de recursos naturales, la economía circular, huella ecológica, entre otros.

Para el logro de dicha meta no solamente es necesario fijar la atención en procesos productivos, sino que se vuelve necesario considerar cualquier cadena logística y productiva de forma integral e incluir a cada una de las etapas procesos a partir de la selección de materias primas hasta la última disposición. La Provincia del Choapa, ubicada en la Región de Coquimbo, posee un 3,4% de la superficie a nivel nacional dedicada al sector silvoagropecuario, con 152.137 hectáreas. Estas plantaciones corresponden a de plantas forrajeras, con un 55% de dicho total, continuando con un 20% de frutas, parronales y viñas, un 8% viníferos y un 7% hortalizas (Servicio Agrícola y Ganadero, (2019).

La Cuenca del Río Choapa se caracteriza por la actividad minera y agrícola. Si bien algunos cultivos están limitados por la capacidad de riego de la zona, los cultivos frutales y viñas se han instalado como un rubro permanente debido al clima y suelo particular que posee el sector, el cual es el territorio más angosto de Chile.

En el año 2018 se observa un crecimiento en la producción de vino, formándose así ese año la primera Cooperativa de Vinos del Choapa, la cual se compone de 6 viñas. Estas generan una producción de más de 140 mil botellas anuales de vino, licores y piscos. (VinosChoapa, 2018).

Actualmente es conocido como el valle vitivinícola más joven del país. "Viña Choapa" es una de las empresas que pertenece a la Cooperativa y son quienes tienen la mayor producción de la Provincia. Cuentan con 9,5 hectáreas para plantaciones, de las cuales están ocupando 3 para procesos de vinificación, según datos entregados por Gonzalo Gálvez, socio de la Viña. Además compran uvas a 5 pequeños productores de la zona, para producir una mayor variedad de cepas, como el Cabernet Franc y Syrah.(Urrunaga, 2022). En época de vendimia envasan 1.000 botellas al día.

El enoturismo es un área que está creciendo desde la formación de la Cooperativa y poco a poco ha ido ganando un lugar dentro del país. Es por eso que este proyecto busca potenciar el sector, aumentar la competencia a través de prácticas que contribuyan a la gestión de residuos y producción amigable con el medio ambiente, se tomará como caso de estudio la viña antes descrita, "Viña Choapa".

Problema de investigación

Para este proyecto se abordan las siguientes problemáticas en torno al orujo de uva, residuo de la industria vitivinícola:

a) El orujo de uva es el principal residuo remanente del proceso de vinificación. Para producir una botella de vino de 750 ml, se necesita 1 kilo de uva aproximadamente, donde el 25% del peso corresponde al orujo (Di Giacomo, 2015). En Chile, el año 2018 hubo una producción de 1300 millones de litros de vino, obteniéndose por consiguiente 322 mil toneladas de orujo (Bertolotto, 2020; SAG, 2018)

b) Las viñas del país de adhieren a normativas y protocolos que establece el Ministerio de Salud para la acumulación, tratamiento o disposición final de sus residuos. Para esto existen autorizaciones y/o resoluciones sanitarias que les permiten gestionar el orujo de uva (Ministerio de Salud, 2000). Debido a que la generación de este residuo no es de manera uniforme ni en cantidad ni composición a lo largo del año, es complejo gestionarlo y valorizarlo con terceros ya que requieren de un tratamiento adecuado antes de su eliminación. Esto incrementa los costos para las empresas. Por eso, la mayoría de las viñas almacenan sus residuos en el mismo viñedo (Ruggieri, 2009; Bustamante, 2008).

c) La disposición del orujo de uva en una fosa o conocido como relleno sanitario, altera el equilibrio normal del ecosistema, generando problemas ambientales tales como la atracción

de moscas y plagas; contaminación en aguas subterráneas y superficiales; olores fuertes y un posible déficit de oxígeno en el suelo y aguas subterráneas, afectando directamente el entorno de flora y fauna (Dywer, 2014; Pallarolo, 2020).

Chile ocupa el 4to lugar como mayor exportador de vino en el mundo según datos entregados por la Organización Internacional de Viña y el Vino (OIV, 2022), representando parte fundamental de la economía en el país. Se ha posicionado en el extranjero como una Industria activa, donde marcas de vino chilenas auspician eventos o equipos deportivos como el Manchester United, lo que da cuenta del crecimiento de exportaciones cada año (Ramírez, 2018). Se puede garantizar su prevalencia en los mercados, volviéndose así necesario que se incorporen y establezcan herramientas para poder sobrellevar las presiones en el medio ambiente.

Se aprecia la oportunidad de generar una cadena productiva que considere un adecuado manejo en la gestión de recursos y residuos. Desde esa mirada, nace el interés en aprovechar el orujo de uva debido a su biodegradabilidad y alto contenido en fibra, principalmente celulosa y hemicelulosa (Unzón y Gallardo, 1998). Presentando un potencial como materia prima para el desarrollo de un material biobasado. Generando así un aporte al mismo sector vitivinícola a través de nuevas aplicaciones y formas de utilizar este residuo.

Objetivos de investigación

Objetivo general

Valorizar el residuo orujo de uva de la industria vitivinícola del Valle del Choapa mediante el desarrollo de un material compuesto biobasado para aplicaciones de Diseño acorde a las características del material.

Objetivos específicos

- 1) Desarrollar un material biobasado a partir del residuo orujo de uva y aglomerantes de fuentes naturales capaz de biodegradarse.
- 2) Caracterizar las propiedades fisico-mecánicas, comportamiento con agentes ambientales externos, trabajabilidad y propiedades perceptuales del material biobasado en orujo de uva.
- 3) Proponer aplicaciones de diseño considerando la identidad local del Valle del Choapa y rescatar las características identificadas del material biobasado para su validación.

Pregunta de investigación

¿Es posible utilizar un residuo orgánico de la industria vitivinícola, el orujo de uva, como materia prima para generar un nuevo material compuesto que sea capaz de biodegradarse?

Para el desarrollo de la siguiente investigación se establecen tres etapas a seguir en base a sus objetivos específicos. En la primera etapa se desarrollará la revisión de literatura y el estudio experimental, llevando a cabo la revisión bibliográfica de los temas que involucran a la investigación en curso, la consideración de los aspectos medioambientales, la caracterización del orujo de uva, los tratamientos adecuados que deben ser aplicados a la materia prima y la conformación del material como primera aproximación a la experimentación.

Con respecto a la segunda etapa sobre la experimentación, basándose en el segundo objetivo específico se llevará a cabo una caracterización cuantitativa y cualitativa de acuerdo a los ensayos fisico-mecánicos, moldeabilidad, trabajabilidad y como se comporta con agentes externos.

Por último, en la tercera y última etapa sobre la validación de la investigación y el material biobasado siguiendo el tercer objetivo específico, se rescatarán las características del material para así desarrollarlo y fabricar para su validación final a través de aplicaciones de diseño que rescaten la identidad local del Valle del Choapa.



A close-up photograph of dark chocolate shavings and nuts. The chocolate is broken into irregular, textured pieces, and several light-colored nuts are scattered throughout. The lighting is warm, highlighting the rich brown tones of the chocolate.

Capítulo I

Revisión bibliográfica

1. Vitivinicultura sustentable

Sarandón (2002) afirma que la agricultura sustentable, es aquella que permite mantener en el tiempo los flujos de bienes y servicios que logren satisfacer las necesidades culturales y socioeconómicas de una población dentro de los límites biofísicos, permitiendo el funcionamiento correcto de los sistemas naturales que la soportan (agroecosistemas).

Asimismo, según Sarandón, la agricultura sustentable debería cumplir de manera simultánea y satisfactoria económicamente, suficientemente productiva, adecuada ecológicamente, logrando así conservar la base de los recursos naturales. También que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, nacional y global, y ser, social y culturalmente aceptable.

Las empresas que se dedican a la producción de vino deben implementar de manera gradual las directrices que menciona el autor. Para esto es necesario involucrar actores de diversas áreas y trabajar en conjunto, por ejemplo, la gestión de residuos, involucrando mano de obra local.

La Organización Internacional de la Vid y el Vino (OIV) hace definición de la vitivinicultura sostenible como un enfoque global de sistemas de producción y transformación de uvas, que al mismo tiempo se encuentra asociado a la continuidad económica de los territorios y estructuras, obtención de productos de alta calidad, considerando las exigencias de la viticultura precisa, riesgos que se encuentran asociados con el medio ambiente, seguridad sobre la salud del consumidor y los productos, además de la valoración de los aspectos históricos, patrimoniales, ecológicos, culturales y paisajísticos (OIV, 2004).



2. Orujo de uva

Fontana, Antonioli y Bottini (2013) menciona que la uva es el mayor cultivo frutícola a nivel mundial, con una producción cada año de alrededor de 67 millones de toneladas. Alrededor del 80% de dicha producción es utilizada para la elaboración de vino; la actividad vitivinícola constituye a una de las fuentes de ingresos con mayor importancia en Chile siendo así relevante en cuanto al impacto social si se toma en cuenta la mano ocupada en los diversos procesos de industrialización y producción.



Figura 1: Producción de uva que se utiliza para la elaboración del vino. Elaboración propia a partir de (Fontana, Antonioli y Bottini, 2013)

El orujo de uva es obtenido del proceso de desarrollo del vino como un residuo remanente posterior a la fermentación, específicamente cuando pasa por la prensa neumática. El orujo se encuentra principalmente constituido por los hollejos y semillas de la uva. En la vinificación para obtener un vino blanco, los hollejos y las semillas de la uva son separados previos a la fermentación, mientras que, para elaborar vino tinto, los hollejos y las semillas son removidos posterior al periodo de maceración. (Ver Figura 2).

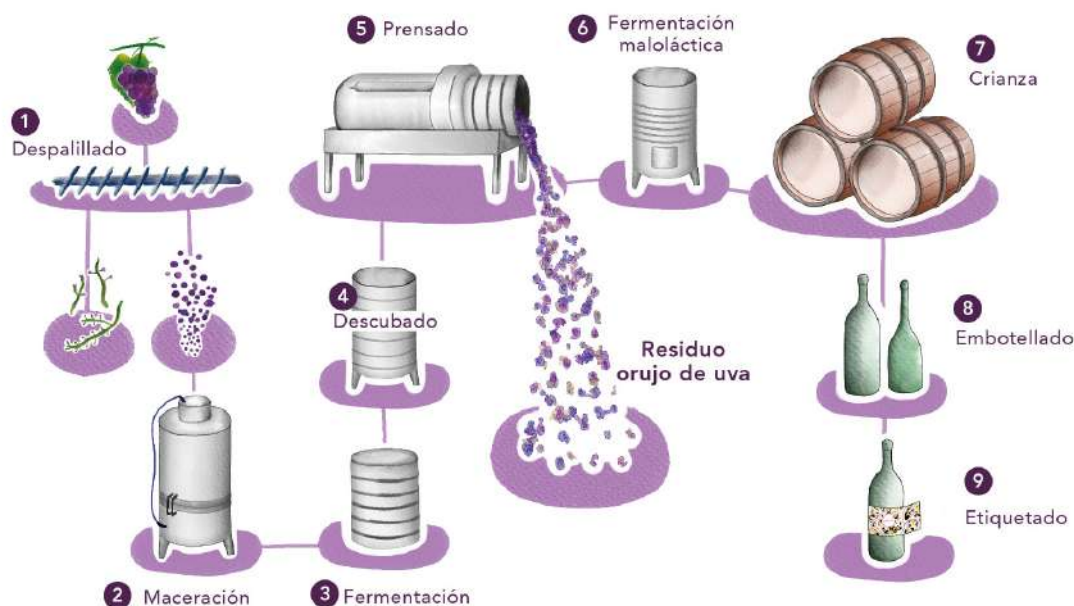


Figura 2: Proceso de elaboración del vino. Fuente: Elaboración propia.

La industria vitivinícola crea un importante volumen de residuos (entre un 15 y 25% del peso de la fruta que es cosechada), como el orujo.

Ya que durante la vinificación la extracción de compuestos es incompleta, el orujo de uva presenta contenidos elevados de compuestos fenólicos. Retiene alrededor del 20 y/o 30% del total de los compuestos fenólicos en el hollejo y entre 60 y/o 70% de las semillas. La cantidad de extracción es dependiente de la diversidad de la uva, factores ambientales, madurez de la baya, procedimientos y factores tecnológicos realizados en el periodo de vinificación (Monrad, 2010).

Características y composición

El orujo de uva se encuentra constituido por una mezcla de escobajo, semillas en proporciones variables y pulpa (25, 55 y 20%, como media respectivamente), sus características son variables notablemente sobre los tipos de vino producidos, sean blanco o tinto, de la variedad de uva y de los tipos de procesos utilizados para la separación.

Cada uno de los componentes del orujo reciben una significativa atención por sus propiedades relacionadas con la promoción de la salud, las cuales han de ser explotadas a partir de un punto de vista tecnológico. Dentro de las propiedades se encuentran las capacidades antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas, cardioprotectoras y neuroprotectoras (Fontana et al., 2013).

En el orujo se encuentran cantidades considerables de proteína, aproximadamente un 10%. También fibra (entre 20% y 30%) y fenoles que no fueron extraídos totalmente.

Gracias a estas propiedades promotoras de la salud o de la prevención de enfermedades, los productos que poseen compuestos fenólicos pueden ser considerados potenciales alimentos saludables, o actualmente conocidos como alimentos funcionales, además que el orujo es utilizado parcialmente para la obtención de etanol o ácido tartárico, pudiendo ser utilizado como mejorador de sueño, sin embargo los altos niveles de compuestos fenólicos logran constituir un problema al inhibir la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. (Fontana et al., 2017).

Este residuo también puede utilizarse en la alimentación animal, no obstante, la presencia de polifenoles poliméricos (lignina), minimiza la digestibilidad al inhibir las enzimas celolíticas y proteolíticas, así como el aumento de las bacterias del rumen como lo afirma Fontana et al. (2013).

Otra área investigada acerca de los polifenoles presentes en el orujo de uva, corresponde a la propiedad antibacteriana que presentan los compuestos fenólicos, teniendo la capacidad de inhibir el crecimiento de algunas bacterias. (Bae et al., 1998; Alberto et al., 2002; Brown et al., 2009).

Mendivil (2015) en su tesis para optar al grado de Magíster en Enología y Vitivinicultura realizó una investigación sobre el efecto antibacteriano de extractos de orujo y escobajo sobre las bacterias *Helicobacter pylori* y *Escherichia coli*. Utilizó residuos de la cepa Carmenere para el análisis. Caracterizó polifenólicamente el orujo y escobajo de la uva corroborando una presencia importante de compuestos fenólicos, tal como lo señalan los autores antes mencionados.

Luego evaluó el efecto antibacteriano, concluyendo que tanto el orujo como el escobajo presentaron propiedades inhibitorias significativas sobre las bacterias analizadas. También agrega que utilizar alta cantidad de orujo o escobajo en la

concentración provocó una disminución drástica en la unidad formadora de colonias (UFC/ml), llegando a valores de cero para las cantidades más altas de ambos extractos, por lo cual la inhibición de bacterias está estrechamente relacionada a la dosis que se utilice.



Figura 3: Fosa rebosante de orujo de uva. Fuente: Elaboración propia

3. Efectos en el medio ambiente

A continuación se describen las categorías consideradas relevantes para este proyecto, mencionando porqué deben ser importantes sobre el estudio de la industria vitivinícola. Estas descripciones hacen referencia a los datos que han sido entregados por el Consorcio por la Sustentabilidad de la mano con la Fundación Chile y el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2018:

- **Acidificación terrestre:** Es el efecto ocurrido por la acumulación de sustancias que contienen pH ácido y contaminantes presentes en una zona en específico. La disposición de residuos sólidos, como el orujo de uva altera el equilibrio normal del ecosistema y en diversos casos logran identificar incluso hasta la muerte de toda especie en el área que se encuentre afectada. Se produce una disminución en la disponibilidad de ciertos elementos nutritivos como son el fósforo, magnesio y calcio en aquellos suelos donde suelen ser absorbidos por las plantas, debido a que sufren un proceso de intercambio con otros cationes como el hidrógeno o el aluminio.

- **Eco toxicidad:** Esta corresponde al incremento en zonas específicas o extensas de materiales tóxicos en suelos o afluentes. Generalmente se debe a la liberación en la atmosfera de dichos componentes en altas cantidades como un producto de procesos de industrias, la acumulación puede lograr dañar de manera significativa la vida de especies en las zonas afectadas y los ecosistemas.

- **Formación de Smog Fotoquímico y Material Particulado:** Es producida por la acumulación de componentes tóxicos, producto de la interacción química de emisiones contaminantes con algunos otros elementos que se encuentran presentes en la atmósfera. Dichos compuestos pueden ser óxido de nitrógeno, ozono y ácido nítrico. Todo ello crea un microambiente nocivo e irritante para la salud del ser humano y para los organismos cercanos. El material particulado crea un similar efecto, ya que corresponde a la acumulación de pequeñas partículas en el aire que logran alterar las propiedades sobre la radiación de la atmósfera y que también pueden crear daños a la salud del ser humanos por acumularse y bloquear el paso del aire hacia los pulmones.

Según Christ y Burritt (2013), los efectos que poseen mayor relevancia en la producción de vino son los que se encuentran asociados a los residuos sólidos, agua, uso de energía y emisiones, impacto de los ecosistemas y uso del suelo. Cada uno de ellos puede encontrarse asociado a alguna de las categorías de impacto que se ha mencionado anteriormente.

El sector agroalimentario es uno de los sectores con mayor responsabilidad sobre el impacto ambiental derivado de las actividades del ser humano, dado que ocupa el 38% de la superficie terrestre del planeta (Bonamente et al., 2016). De manera concreta es causante del 29% de las emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), consumiendo más del 70% del agua utilizada por el ser humano. Con respecto al sector vitivinícola, algunos de los aspectos que se encuentran relacionados con los impactos ambientales son los siguientes (Bonamente et al., 2016):

- **Calidad y uso del agua:** En la etapa de cultivo al igual que en las bodegas, se deben utilizar cantidades importantes de agua, siendo este un problema para las regiones con poca disponibilidad de agua. Hay evidencias que aproximadamente el 70% del consumo del agua en una bodega se convierte en un agua residual. Las características de la misma son bajo pH y gran concentración de sulfatos, materia orgánica y sodio gracias al uso de productos de limpieza. La liberación al medio de dichas aguas sin algún tipo de tratamiento adecuado puede llegar a provocar problemas de eutrofización.

- **Residuos sólidos:** Los procesos de elaboración del vino dan lugar a dos tipos de efluentes de residuos orgánicos, inorgánicos y sólidos:

- Los residuos orgánicos son formados en el viñedo como el resultado de la práctica de la poda teniendo cantidades importantes de restos vegetales. En una bodega los residuos orgánicos pueden estar compuestos por raspones, pepitas, pieles (orujo), lías y lodo deshidratado. Es necesario tratarlos de manera adecuada antes de la eliminación en vertederos, su incineración o valorización potencias, aunque no es fácil su gestión debido a que la creación de dichos residuos no es uniforme en cantidad ni composición.

- Los residuos inorgánicos que las bodegas generan se encuentran compuestos por los materiales de embalaje, envases de productos químicos, de limpieza o fitosanitarios, así como maquinaria desechada o herramientas. Las bodegas deben establecer como objetivo reciclar los residuos cada vez que sea posible para minimizar su formación.

- **Uso de energía y emisión de gases de efecto invernadero:** Los climas en los cuales se cultivan las uvas son un factor necesario que debe determinar la calidad del vino que es producido, por ello, que la industria del vino es una de las más vulnerables sobre los efectos del cambio climático. El sector del vino logra consumir grandes cantidades de energía emitiendo una importante cantidad de GEI, sobretodo en la etapa de postproducción por las botellas, embalajes y la distribución. Como resultado, para que las bodegas logren minimizar sus emisiones es necesario tomar en consideración todos los suministros. Para poder contribuir con ello, fue lanzado en el año 2007 una calculadora de contabilidad de GEI.

4. Ecología industrial y desarrollo sustentable

El deterioro ambiental de la actualidad ha sido el resultado de la actividad industrial y explosión demográfica de los últimos años, colocando a la sociedad actual en una situación en donde se deben replantear los procesos de producción bajo una visión del aprovechamiento máximo de energía y de los recursos naturales. En los años 50 del siglo pasado, los intentos de minimizar el impacto causado hacia el ambiente por las industrias eran medidas tomadas que se postergaban, ya que poseían grandes desventajas. Solamente canalizaban los daños que eran causados de un medio a otro sin poseer algún ahorro en el consumo de recursos o la mitigación de las emisiones contaminantes.

Luego, entre los años 60 y 70 como resultado de la aparición de los diferentes movimientos sociales para la creación de conciencia sobre el cuidado del planeta, nacen buenas prácticas ambientales, con la finalidad de disminuir los impactos causados por las actividades humanas al medioambiente. Desde ese momento fueron introducidos conceptos como el reciclaje, la prevención de la contaminación, minimización de los residuos, producción mucho más eficiente y limpia, aunque los precedentes con mayor importancia de la ecología industrial se encuentran cimentados bajo los conceptos de Sinergia de Subproductos y Simbiosis Industrial, los cuales se dieron a conocer en la década de los 70 específicamente (Cervantes, 2009).

El principio por el cual dichos conceptos se guiaban es que el flujo de residuos de una industria se encuentra incorporado a

El principio por el cual dichos conceptos se guiaban es que el flujo de residuos de una industria se encuentra incorporado a otra volviéndose materia prima para la segunda, con lo que se desea minimizar el ciclo de materia. El concepto de metabolismo industrial, el cual promueve el flujo de materiales por medio de los sistemas industriales para su transformación y luego, su disposición como residuos también contribuyó al enriquecimiento de los conceptos de ecología en la industria, no obstante, aún no se habían abarcado los tres esenciales sectores para la sustentabilidad: ambiente, economía y sociedad.

En los años 90 y hasta la actualidad, la definición de ecología industrial se ha ido consolidando, haciendo inclusión de los tres sectores del desarrollo sustentable. En la Figura 4 se puede observar la evolución de los conceptos que anteriormente han surgido hasta la concepción que se conoce en la actualidad, ecología industrial, como un enfoque que hoy en día resalta la importancia de la sustentabilidad, siendo esta la puerta principal hacia el camino de la nueva manera de actuar, pensar, la cual conduce hasta la meta del desarrollo sustentable.



Figura 4: Pirámide hacia la Sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia a partir de Cervantes Torre-Marin, 2009

La ecología industrial da respuesta a un concepto dinámico, por lo que se vuelve complicado encontrar una definición que logre abarcarla completamente. Puede ser descrita como un estudio de las interacciones y relaciones químicas, físicas y biológicas dentro de los sistemas naturales, industriales y sociales, además de la interacción que ya existe entre ellos.

El objetivo en sí de la ecología industrial se encuentra fundamentado en el garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel, sea local, regional o global, con relación a sus tres sectores, logrando esta interrelación es como la ecología industrial pretende lograr el desarrollo sustentable proporcionando las ideales condiciones para el desarrollo de la humanidad y de las generaciones a futuro (Fig 5).



Figura 5: Metas de la Ecología Industrial. Cervantes Torre-Marin, 2009

Se utilizan diversos métodos y herramientas que permiten fomentar y analizar las interrelaciones que existen entre los sistemas industriales, además de otras que son desarrolladas dentro una empresa o sistema. Entre estas se mencionarán aquellas donde el proyecto se enmarca:

Producción más limpia: Conocida como la aplicación continua de las estrategias ambientales preventivas para el incremento de la eficiencia de los productos, servicios, procesos y la disminución de riesgos para el medio ambiente y el hombre.

Ecoeficiencia: Es definida como la dotación de servicios y bienes a un precio competitivo, el cual satisface las necesidades humanas y la calidad de vida y que, al mismo tiempo, logra minimizar de forma progresiva el impacto ambiental y la ineficiencia de la utilización de los recursos en un ciclo de vida determinado.

Diagramas de flujo: Se expresan los procesos que poseen un lugar en la entidad, empresa, región, entre otros, y son indicadas las material primas, emisiones, residuos y descargas, además de los materiales y energía que es intercambiada.

El implementar la ecología industrial en cualquier área, como la industria vitivinícola puede traer beneficios sociales, medioambientales y económicos. En este último ámbito creando oportunidades para la mejora de ingresos mediante la eficiencia en el uso de tecnologías, recursos, intercambio y aprovechamiento de residuos y subproductos como la materia prima.

También crea beneficio al medio ambiente minimizando en mayor nivel la cantidad de residuos que se encuentran destinados a una disposición final en la que generan emisiones contaminantes a la atmósfera. Mediante la ecoeficiencia se puede producir un significativo ahorro de energía y un incremento en el uso de energías y recursos renovables. (Rosemberg, 2010).

En el ámbito social, la valorización de ciertos residuos puede dar lugar a procesos nuevos de transformación que crean empleos nuevos, del mismo modo, los daños al ambiente que se logran evitar, crean positiva repercusión en la calidad de vida de la sociedad.

La ecología industrial además de promover la creación de redes que fomentan el desarrollo científico al momento de vincular al sector académico con el sector industrial, conduce hacia la búsqueda de tecnologías nuevas que solucionan las problemática en el manejo de los recursos en el actual sistema de producción (Rosemberg, 2010). Este proyecto busca promover este vínculo, principalmente en pequeñas y medianas empresas que se encuentran geográficamente apartadas y producen menor cantidad de vino en relación a los Valles Centrales. Gestionar sus residuos con terceros involucra altos costos de traslado, por lo cual no es rentable. De esta manera es importante para este proyecto acercar la información a las a Viñas que se están consolidando y posicionando en el mercado para que tengan una mirada más amplia del potencial de sus residuos y poder diferenciarse de la competencia. También se busca hacer partícipe a la comunidad, ya que son actores claves para lograr una gestión de residuos de manera local.

5. Ecodiseño

Para Ramírez y Galán (2006), el ecodiseño, que también es conocido como diseño para el medio ambiente o diseño ecológico es definido en base a la norma ISO 14006 (Sistemas de Gestión Ambiental, Directrices para la incorporación del ecodiseño), como la integración de aspectos medioambientales sobre el desarrollo y/o diseño del producto con la finalidad de minimizar los impactos al medio ambiente que sean adversos a lo largo del ciclo de vida de algún producto. Este no busca modificar los procedimientos del diseño industrial de los productos y servicios, sino poder complementarlo con la introducción del medio ambiente como un factor para tomar en consideración al momento de la toma de decisiones en los procesos del desarrollo de los productos.

Según Sanz (2006) el ecodiseño es una técnica utilizada en la producción, con la finalidad de que esta última no produzca efectos nocivos sobre el medioambiente, sin embargo, aún existen varias preguntas sobre para que se utiliza dicha técnica, entre ellas se puede mencionar la reducción de los costos de producción, mejora de la imagen de la empresa o marca, crear conciencia sobre el cuidado medioambiental, mejora de los procesos de producción, incremento de la calidad de los productos y servicios que son ofrecidos, cumplimiento sobre la normativa y legislación, dar respuestas sobre la demanda existente, crear ventajas más competitivas sobre los competidores y la mejora de la políticas.

La importancia de la incorporación de la variable ambiental desde el momento del diseño es un punto clave, ya que se espera que el 80% de los impactos al ambiente de cualquier

ciclo de vida de los productos sea determinado durante la fase de su diseño. Un adecuado diseño y desarrollo de los productos y/o servicios en la industria es necesario para el negocio y la competitividad de las empresas, por ello, la integración del ecodiseño como un estándar de calidad ambiental puede aportar ventajas competitivas sobre cualquier tipo de organización.

Sanz (2006) afirma que el ecodiseño además de presentar ciertas ventajas, también posee algunos elementos que pueden considerarse como desventajas, es por ello que se vuelve necesario analizar ambas. Se destacan las siguientes presentes en la Tabla 1.

Tabla 1 | Ventajas y desventajas relevantes del ecodiseño.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Es una respetuosa producción del medio ambiente. - Va de la mano con el desarrollo sostenible del medio ambiente. - Los productos suelen ser más duraderos - Los costos para la sociedad común son menores. - Presenta una utilización menor de los recursos - Cumple funciones sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es una práctica que necesita de un conocimiento mayor - Los costos en otras condiciones podrían ser mayores - Necesita de una eficiencia mayor en la producción y una observación mayor. - La burocracia y legislación, en algunos casos, puede excederse. - Estos productos poseen una demanda menor en el mercado. - Existencia de poca concientización

Fuente: Elaboración propia basada en Sanz, 2006.

Una vez definidos los conceptos de ecología industrial y ecodiseño, se rescatan los aspectos más relevantes para esta investigación y se establecen criterios de sustentabilidad para que el material a conformar tenga estos atributos. Estos criterios se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 2 | Criterios de sustentabilidad para el material biobasado.

	Ecología industrial	Ecodiseño
Sustentable económicamente		<ul style="list-style-type: none"> - Materia prima de fácil adquisición en materia económica. - Bajos costos en producción gracias al reciclaje
Sustentable ambientalmente		<ul style="list-style-type: none"> - Reciclaje - Productos duraderos - Apoyo al desarrollo sostenible del medio ambiente
Sustentable socialmente		<ul style="list-style-type: none"> - No tóxico para la salud de las personas - Generar participación de comunidad con actores locales - Concientización ambiental

Fuente: Elaboración propia a partir de (Cervantes, 2009; Rosemberg, 2010; Sanz, 2006)

El aprovechamiento de los subproductos como una fuente de materia prima bajo la simbiosis industrial representa una emergente solución que está enfocada en encontrar un uso para cada residuo. Su finalidad es evitar su existencia, ya que la problemática del manejo y generación de los residuos se mantendrá como una problemática ambiental mientras se tenga la idea de que los residuos son basura y no se cuente con una alternativa para aprovecharla (Castro y López, 2015).

6. Materiales compuestos

Los materiales compuestos se caracterizan por contar con propiedades específicas al unir dos materiales. Resistencia, peso, dureza, rigidez, entre otros son propiedades que hacen único al material y no se encuentran en los materiales originales (Askeland, 1998).

Aquellos que cuentan con una matriz polimérica han ganado lugar por presentarse como una alternativa ecológica y económica. Aparecen como una nueva alternativa a los materiales convencionales. Estos materiales compuestos con base biológica lo hace un material más sostenible en su cadena de producción y fin de vida. Debido a esto, es que ha ido en incremento el uso de refuerzos orgánicos en materiales. Esta posibilidad de reemplazar matrices poliméricas por otras que provienen de fuente renovables ha tomado fuerza desde distintas disciplinas (Versino, 2017).

Bioplásticos

Se conocen como bioplásticos a aquellos materiales que tienen una naturaleza parecida a la del plástico pero con materias primas que provienen de una fuente renovable o por la propiedad de ser biodegradable. La palabra correcta para referirnos a ellos es biopolímeros (Cores, 2018).

Los biopolímeros se pueden identificar de dos maneras: los que son sintetizados pero provienen de recursos renovables y los que provienen directamente de organismos vivos (Niaounakis, 2013).

Los biopolímeros son polímeros que pueden ser sintetizados

(no biodegradables) y basarse en materias primas renovables como también pueden ser biodegradables biobasados o basados en fósiles (Niaounakis, 2013) tal como se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 | Clasificación de biopolímeros

Biodegradable			No Biodegradable
Bio-basado		Fósil-basado	Bio-basado
Vegetal	Microorganismos	Animal	
Célulosa y derivados (polisacáridos)	PHAs	Quitina (polisacárido)	Poli(alquileno dicarboxilato)s
Lignina	PHF	Quitosano (polisacárido)	PGA
Almidón y derivados (monosacáridos)	Celulosa bacteriana	Ácido hialurónico (polisacárido)	PCL
Alginato (polisacáridos)	Ácido hialurónico (polisacárido)	Caseína (proteína)	PVOH
Lípidos (triglicéridos)	Xantana (polisacárido)	Suero (proteína)	POE
Trigo, maíz, arveja, papa, soya	Cuajado (polisacárido)	Colágeno (proteína)	Polianhídridos
Gomas	Pululano (polisacárido)	Albúmina (proteína)	PPHOS
Carragenina	Seda (proteína)	Queratina, PFF (proteína)	
PLA (de almidón o caña de azúcar)		Cuero (proteína)	
Bioespuma			

Fuente: Elaboración propia a partir de Niaounakis (2013)

A continuación, se presentan materiales que se han desarrollado con residuos celulósico:

Cáscara de Nuez + Poliuretano biobasado (Bustamante, 2020): Rescatando los desechos de la industria de la nuez, Dominique Bustamante desarrolla un material compuesto sustentable con cáscara de nuez y poliuretano biobasado, con el cual fabrica un juguete didáctico para niños entre 3 y 6 años (Figura 6).



Figura 6: Juego didáctico para niños. Fuente: Recuperado de (Bustamante, 2020).

Viruta de Raulí + Bioespuma (San Juan, 2021): Utilizando un residuo generado por las tornerías del Barrio Matta, Sebastián San Juan desarrolla un material compuesto a partir de la viruta de raulí y bioespuma, con el cual fabrica un juguete lúdico para niños entre 2 y 5 años. Al final de su ciclo de vida, las piezas pueden ser utilizadas como germinadores de semillas.



Figura 7: Piezas articulables de juego para niños. Fuente: Recuperado de (San Juan, 2021).

En base a la revisión de los materiales desarrollados con residuos celulósicos, se identifican los 3 adhesivos con los que se trabajó en este proyecto:

Caseína: Al ser una proteína de la leche, se explora su uso con la posibilidad que sea biocompatible con las proteínas presentes en el orujo de uva. Este adhesivo se extrae de manera casera.

Smart Bricks: Adhesivo de desarrollado en Chile. Es en base a almidón.

Bioespuma: Se explora el uso de un adhesivo con una capacidad de biodegradación certificada

7. Material Driven Design

El Método Material Driven Design (MDD) fue propuesto por Karana et al. (2015) para el desarrollo de nuevos productos de diseño industrial, incorporando un enfoque técnico mediante tests de laboratorio y estudios sobre el uso de materiales.

El método MDD contempla cuatro etapas (Figura 8), que se explican brevemente a continuación:

- Comprender el material: En esta etapa inicial se realizará caracterización técnica y experimental del material que se busca utilizar.

- Experiencia visual del material: Se busca conocer la respuesta del sujeto ante el impacto de visualizar el nuevo material, especialmente su color, textura y plasticidad; su opinión con respecto al material y su uso al apreciarlo visualmente.

- Identificar los patrones en la experiencia con el material: En este punto se busca comprender los patrones que existe en la sociedad con respecto a la experiencia que existe con este tipo de material. Si quiere conocer la forma y causas por las cuales el material es aceptado o rechazado por las personas. Con esta información se elabora un mapa mental que sirve para proyectar el uso final del producto.

- Diseño conceptual del producto: Una vez recopilada y analizada la información descrita previamente, se procede a el diseño del producto o material final, que es el objetivo del proyecto.

Este proceso se muestra en el siguiente diagrama, que fue presentado originalmente por Karana et al. (2015).

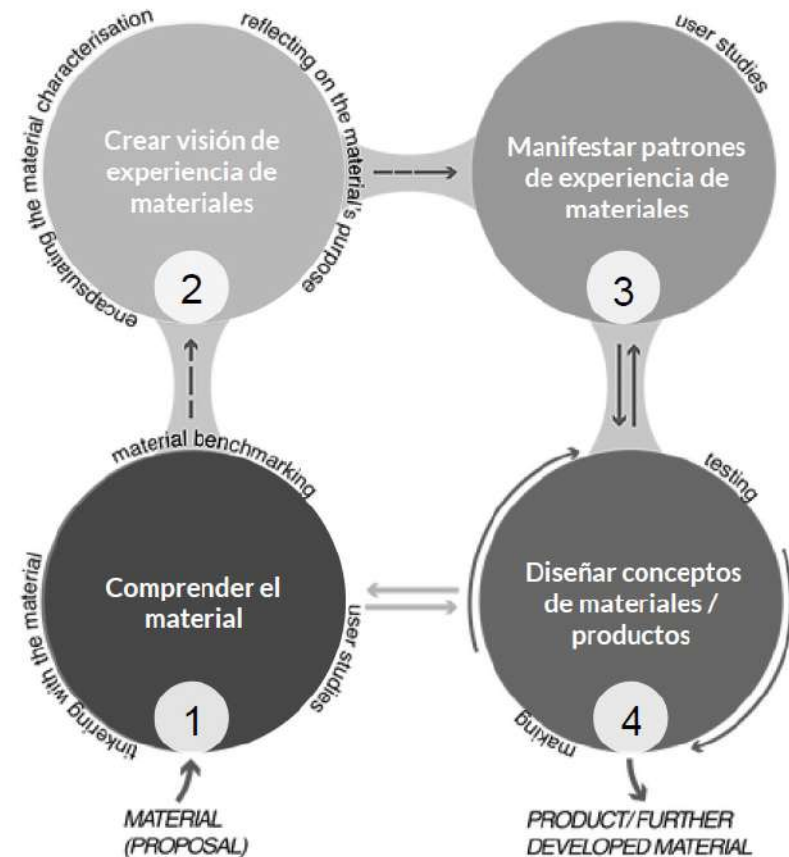


Figura 8: Método de Diseño basado en materiales. Fuente: Karana et al. (2015)

El método MDD, de acuerdo a Karana, puede ser aplicado para buscar nuevas aplicaciones o significados a un material conocido, buscar aplicaciones para un material relativamente desconocido o para elaborar diseños con un material con muestras semi desarrolladas.

En este proyecto, la aplicación se realiza en el escenario 2 que corresponde a "diseñar con un material relativamente desconocido. En estas condiciones el diseñador tiene mayor libertad para definir las áreas de aplicación del producto y que corresponderán a una nueva experiencia para el usuario en cuanto al material y su significado.

La articulación de diferentes variables del enfoque Material Driven Design logra permitir la experiencia con el material que es elaborado, que este logre satisfacer los requerimientos sensoriales y funcionales, creando una ocasión para que la persona logre tener una vivencia mucho más cómoda en la interrelación con este material.

Di Bartolo (2017) hace definición de una estrategia para concebir la idea de un proyecto con la aplicación innovadora sobre aspectos formales, estructurales y funcionales de la ideación, incorporando procesos de diseño la innovación sensorial y la sintonía de las necesidades de los usuarios, enmarcado en un enfoque Material Driven Design.

En busca de una adecuada aplicación por medio de la comprensión de la metodología MDD, los diseñadores pueden llegar a la realización de un proyecto donde no solamente logren satisfacer las demandas prácticas de un diseño, sino que también logren ofrecer experiencias intangibles únicas con el material y/o aplicación (Pedgley y Rognolli, 2016).

Existen muchos ejemplos a lo largo de la historia del diseño donde las industrias de materiales se han ido acercando a los diseñadores no solamente para introducir los materiales de dichas empresas en la sociedad de forma eficaz, sino también para lograr inspirarse en las intervenciones de diseño para el desarrollo y modificación posterior de los materiales (Pedgley y Rognolli, 2016).



Figura 9: Muestras con micelio de Laboratorio Materials Experience. Recuperado de Karana et al. (2015)

8. Estado del Arte

8.1 Proyectos de investigación

A) Bertolotto (2020) diseñó y evaluó un modelo de negocios para la producción de etiquetas y cajas de vino utilizando residuos vitivinícolas.

En su investigación para optar al título de Ingeniera Civil Industrial obtuvo hallazgos importantes, como las metodologías existentes para la producción de productos a partir de residuos, aunque también afirma que en Chile no existe un desarrollo sobre dicho ámbito que sea mucho más allá de la fabricación de compost.

Tras un análisis financiero logró darse cuenta que el proyecto de las cajas y etiquetas por separado o juntas no son viables, ya que obtuvo valores negativos para la solvencia de una empresa. Concluye que antes de abarcar el proyecto no se tomó en cuenta todos los mercados involucrados que fue encontrando en su investigación, como imprenta, vino, etiquetas, caja, productoras de celulosa y papel, entre otras, lo que complejizó el proyecto. De esta manera recomendó una reforma del modelo de negocio y realizar una investigación más robusta para la obtención de información más detallada sobre el cartón, papel e imprenta.

B) Salinas (2013) desarrolló un estudio sobre los parámetros para la elaboración de harina con el bagazo de uva con propiedades funcionales

En su proceso de fabricación sometió el bagazo a tres temperatura diferentes (40°, 60° y 80°C) con el fin de lograr una humedad menor al 8% y determinar qué temperatura es la más óptima para conservar la capacidad antioxidante y fibra dietaria del orujo de uva.

Salinas concluye que es posible la elaboración de una harina de bagazo de uva blanca y tinta con capacidades antioxidantes y contenidos de fibra óptimos mediante un secado a 60° por 180 minutos para el bagazo tinto y por 540 min para el bagazo blanco. Determinó la T° y tiempo con mejores resultados haciendo un balance entre tiempo de secado y capacidad antioxidante.

El autor demostró que es factible aprovechar el subproducto de la industria vitivinícola para su transformación en harina con las características funcionales suficientes mediante los procesos de molienda, secado y tamizado seleccionados en la investigación.

C) Cotallapa (2017) presenta el aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de compost y etanol.

El autor logró comprobar que los residuos industriales que son desechados pueden aprovecharse de gran manera, ya que los resultados fisicoquímicos y bioquímicos indican que el orujo de uva logra ser un ingrediente alimentario por su capacidad funcional y nutricional, además de caracterizarse por su alto contenido de azúcar, que con un buen procedimiento logran aprovecharse en subproductos con valor comercial.

Mediante la utilización de bacterias eficientes obtenidas del aislamiento del follaje de uvas, el autor logró realizar el procedimiento de compostaje del tipo bocashi aproximadamente veintiún días. En estos 21 días se descompuso material residual del orujo luego de obtener etanol. Todo ello supone que la utilización de agentes descomponedores, del medio vegetal pueden ser minimizados en el tiempo de compostaje, bajando así el nivel de contaminación ambiental al producir dióxido de carbono en un procedimiento convencional.

8.2 Referentes de Diseño y Materialidades



Figura 10: Lámpara para ambientes
Fuente: Tresta (s.f.)



Figura 11: Enfriador y lámpara.
Fuente: Tresta (s.f.)



Figura 12: Muestra material orujo y agar agar
Fuente: Elaboración propia a partir de Materiom (s.f.).



Figura 13: Borde de material orujo y agar agar
Fuente: Elaboración propia a partir de Materiom (s.f.).

A) Tresta

Desarrollo de productos utilizando residuos de la elaboración de vino. Empresa basada en el diseño sustentable, introduciendo dicha biomasa en un ciclo de vida nuevo, transformando el orujo de uva y escobajo en materiales y productos biodegradables para la creación de un material ideal para enfriadora de vino y lámparas con un aspecto estéticamente moderno y agradable, con olor y tacto atractivos. Combinan el residuo con aglomerantes naturales (Tresta, s.f.).

B) Orujo de uva | Agar agar

Material biobasado realizado por el Laboratorio de Biomateriales de Valdivia (LABVA). Esta receta es compartida en la plataforma Materiom. Allí se encuentran diversos materiales de código abierto con el detalle de conformación. En este caso la muestra está constituida por agua, glicerina, agar agar y orujo de uva molido. Como se observa en la figura 12 y 13 tiene una apariencia similar a un cuero y se contrae desde los bordes cuando pierde humedad.



Figura 14: Orujo molido sobre etiqueta de vino
Fuente: Interempresas (2018)



Figura 15: Botellas de Vino Granza
Fuente: Interempresas (2018)



Figura 16: Pastas con harina de trigo y orujo de uva tinta y blanca.
Fuente: Pollarolo (2020)



Figura 17: Platos con pasta que contiene orujo de uva tinta y blanca
Fuente: Pollarolo (2020)

C) Granza

Las etiquetas de esta marca son fabricadas con papel ecológico, elaborado desde los residuos de la uva, siendo la primera marca agroalimentaria en España en utilizar estas etiquetas, la cual es denominada como Grape Touch. El residuo de uva molido reemplaza el 15% de pulpa de árbol, es decir, este residuo se incorpora en la fabricación del papel que se convertirá en etiqueta de las botellas de vino. (Interempresas, 2018).

D) Divino

Pollarolo (2020) desarrolló el diseño de un alimento saludable y atractivo mediante la adición de harina de orujo de uva. Generando así beneficios en la salud de la población y potenciando el ciclo de economía circular en la industria vinífera. Desarrolló pastas, realizó diversas pruebas para determinar la cantidad de orujo y harina base para la composición de la pasta. Usó como base harina de garbanzos, trigo y sin gluten y logró añadir un máximo de 15% de orujo sobre las harinas de base para lograr buena homogeneidad y sabor.

8. Estado del Arte

8.3 Referentes y su relación con este proyecto

Proyectos de investigación

El Diseño y evaluación de un modelo de negocios para la producción de etiquetas y cajas de vino desarrollado por Bertolotto (2020) deja en evidencia que buscó incluir el orujo en formato de harina en procesos industriales existentes, usándolo como un aditivo e involucrando a actores de la industria del papel de la manera que trabajan hoy en día. Por eso es relevante investigar **otras maneras de trabajar e introducir los residuos en procesos productivos desde una mirada del Diseño.**

De acuerdo a la investigación de Salinas (2013) sobre la elaboración de harina de bagazo, **se utilizarán las temperaturas de secado que obtuvieron mejores resultados en mantener las propiedades del orujo, es decir, 60°C.** Si bien el material no está pensado para su ingesta, es importante mantener las propiedades del residuo.

La pruebas de compostaje de Cotallapa (2017) indican que el orujo podría descomponerse en 21 días y que es apto para el compost. De esta manera es relevante mencionar que el **adhesivo a utilizar para la conformación del material debería tener la capacidad de biodegradarse y/o compostarse para acompañar en esta propiedad al orujo y no inhibirla, para que así el material pueda volver a la tierra en su fin de vida.**

Referentes de Diseño

Utilizar los residuos para productos dentro que potencien el área vitivinícola es posible, "Tresta" ha incluido diversos diseños, todos en un color marrón. **Se aprecia la oportunidad de conservar de manera óptima el color violáceo del orujo para destacar y tener una identidad sobre otros materiales.** Cada cepa podría diferenciarse por sus característicos colores. Para esta investigación se trabajará con Cepa Syrah y Merlot.

El material desarrollado por LABVA es en formato de lámina, y a medida que pierde humedad va deformándose principalmente en las orillas. Quizás al trabajarlo sea difícil de controlar sus terminaciones. Este material ocupa un **4,16%** de orujo de uva en su composición.

La etiqueta para vinos "Grape Touch" reemplaza un **15%** celulosa de papel por orujo de uva.

"Divino" utiliza un **15%** de orujo en la conformación de pastas. Es por eso, que este proyecto busca **ocupar una mayor cantidad de orujo de uva en la conformación del material,** de esta manera también se puede atender la cantidad de toneladas de orujo que se generan a nivel país.



A close-up photograph of dark brown soil, likely a compost or rich garden soil. The soil is composed of many small, irregular particles, some of which are white and yellow, possibly representing perlite or other soil amendments. The lighting is warm, highlighting the texture and color variations of the soil.

Capítulo II Métodos

En este capítulo se encuentran los procesos y métodos que se utilizarán para la conformación del material biobasado a partir del orujo de uva. Se divide en 3 etapas, en la primera se diseña de manera exploratoria y experimental la conformación del material. En la etapa 2 se caracteriza el material para conocer sus propiedades y posibles aplicaciones y en la etapa 3 se desarrolla una propuesta conceptual y formal para la validación del material mediante aplicaciones de Diseño (Ver figura 18).

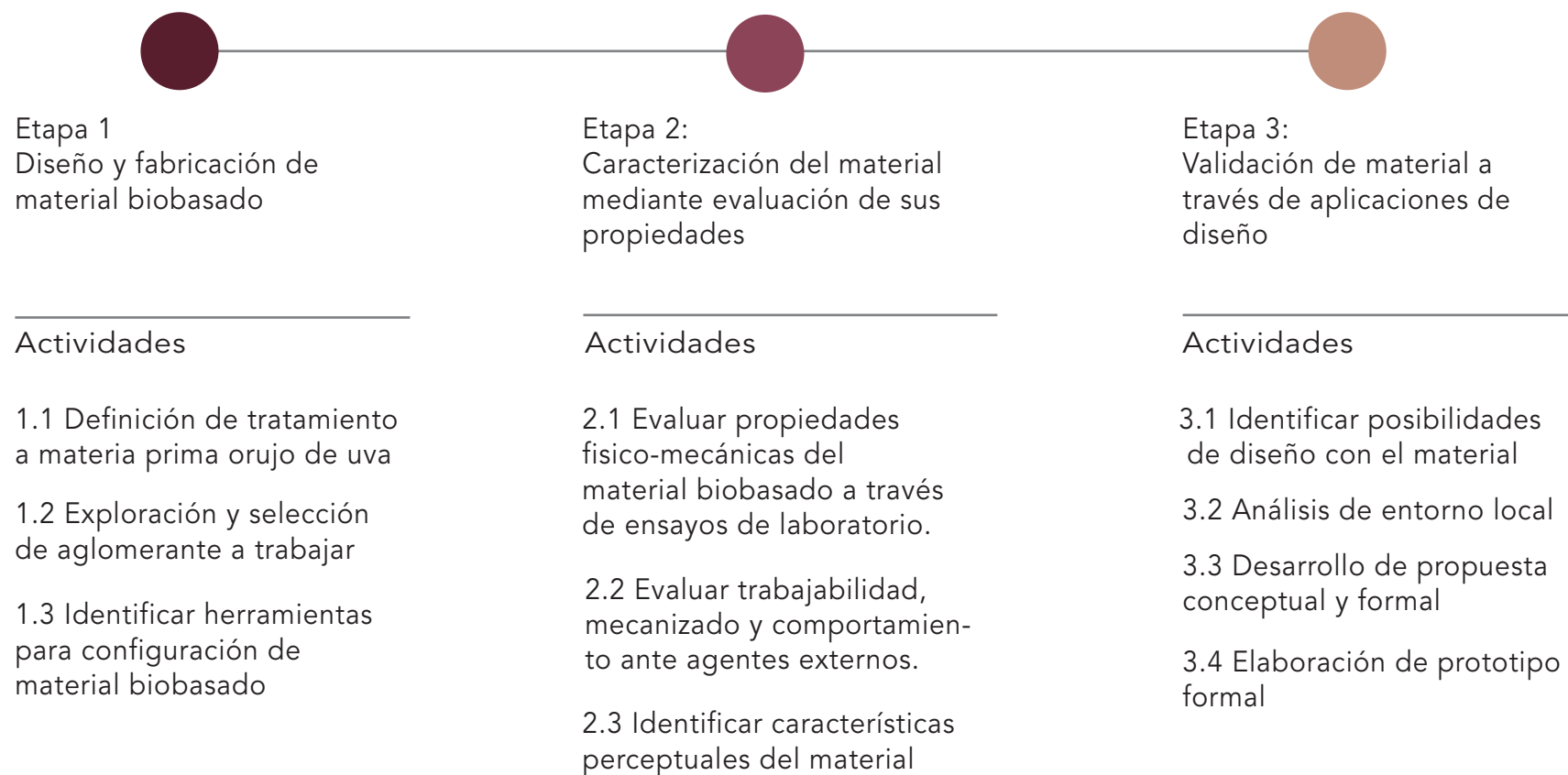


Figura 18: Esquema resumen de Métodos. Fuente: Elaboración propia.

1. Diseño y fabricación de material biobasado

La primera etapa se compone de 3 actividades. La primera actividad está enfocada en conocer el estado del residuo y su tratamiento. Luego, en la segunda, se investiga y experimenta con los 3 adhesivos escogidos en la Revisión Bibliográfica, terminando con un cuadro comparativo de las características de estos aglomerantes seleccionando uno con el que se trabajará. En la última actividad se identifica la configuración del material y mediante evaluación de criterios cualitativos se elige un método de fabricación para posteriormente caracterizar el material en la etapa 2.

Tabla 4 | Etapa 1 de los Métodos

Etapa	Actividades	Tareas								
1. Diseño y fabricación de material biobasado	1.1 Definir tratamiento a materia prima orujo de uva	1.1.1 Identificar en que estado se encuentra el residuo orujo de uva. 1.1.2. Secado y Limpieza 1.1.3. Molienda 1.1.4. Análisis granulométrico								
	1.2 Exploración y selección de aglomerante a trabajar.	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1169 853 1417 914">12.1. Caseína</td> <td data-bbox="1426 853 2047 914">1.2.1.1 Método para obtener caseína 1.2.1.2 Generar muestras con caseína y orujo</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1169 920 1417 1000">1.2.2. Adhesivo Smart Bricks</td> <td data-bbox="1426 920 2047 1000">1.2.2.1 Método para trabajar adhesivo 1.2.2.2 Generar muestras con Smart bricks y Orujo</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1169 1007 1417 1083">1.2.3. Bioespuma</td> <td data-bbox="1426 1007 2047 1083">1.2.3.1 Método para trabajar adhesivo 1.2.3.2 Generar muestras con Bioespuma y Orujo</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1169 1090 1417 1198">1.2.4. Elección de aglomerante</td> <td data-bbox="1426 1090 2047 1198">1.2.4.1. Evaluación cualitativa de mezclas 1.2.4.2. Definir aglomerante a trabajar</td> </tr> </table>	12.1. Caseína	1.2.1.1 Método para obtener caseína 1.2.1.2 Generar muestras con caseína y orujo	1.2.2. Adhesivo Smart Bricks	1.2.2.1 Método para trabajar adhesivo 1.2.2.2 Generar muestras con Smart bricks y Orujo	1.2.3. Bioespuma	1.2.3.1 Método para trabajar adhesivo 1.2.3.2 Generar muestras con Bioespuma y Orujo	1.2.4. Elección de aglomerante	1.2.4.1. Evaluación cualitativa de mezclas 1.2.4.2. Definir aglomerante a trabajar
	12.1. Caseína	1.2.1.1 Método para obtener caseína 1.2.1.2 Generar muestras con caseína y orujo								
	1.2.2. Adhesivo Smart Bricks	1.2.2.1 Método para trabajar adhesivo 1.2.2.2 Generar muestras con Smart bricks y Orujo								
	1.2.3. Bioespuma	1.2.3.1 Método para trabajar adhesivo 1.2.3.2 Generar muestras con Bioespuma y Orujo								
1.2.4. Elección de aglomerante	1.2.4.1. Evaluación cualitativa de mezclas 1.2.4.2. Definir aglomerante a trabajar									
1.3. Identificar herramientas para configuración de material biobasado	1.3.1. Explorar superficies y moldes para configurar muestra seleccionada. 1.3.2. Seleccionar un proceso de conformación de acuerdo a criterios de evaluación.									

Fuente: Elaboración propia

1.1 Definir tratamiento a materia prima orujo de uva

A continuación se detalla de qué manera se obtiene el residuo remante de la elaboración de vino, el orujo de uva desde el viñedo y sus posteriores procesos para ser ocupado como carga en un material biobasado.

1.1.1. Identificar en que estado se encuentra el residuo orujo de uva.

Se realiza visita a terreno a Viña Choapa, donde se entrevista a Enólogo y Encargado de Bodega, para conocer cómo llevan a cabo el proceso de vinificación e identificar la disposición final del orujo de uva.

Como se mencionó en el Capítulo I, este residuo proviene del prensado neumático. Allí el orujo es prensado durante 7 a 14 hrs, dependiendo la cantidad de vino que se introduce. Luego es llevado en carros de carga y/o carretilla al terreno del viñedo donde es depositado en una fosa. Para esta investigación, Viña Choapa donó el residuo de cepa Syrah y Merlot, el cual fue recolectado en bolsas plásticas el mismo día que salió de la prensa neumática, en abril de 2022.

1.1.2. Secado

Se consideran los hollejos y semillas de orujo de uva para ser secados en Deshidratadora Blanik BDA020 a 60° (Salinas, 2013) durante 24 hrs según recomendaciones del proveedor de la máquina.

1.1.3. Molienda

Se utiliza el molino industrial modelo WF - 1500A2, Marca G-Tools (Wechsler, 2013) con malla de salida 400 μm como primera exploración para moler. Se mantienen márgenes de tiempo de 5 min entre cada ciclo de molienda para evitar que suba la temperatura del molino y el material se adhiera a él. Luego se utilizó un Molino de Cuchillas de 3 capas marca CGOLDENWALL de capacidad 700 gramos y velocidad 25.000 r/min. El fabricante indica que materiales blandos tardan 30 seg en ser polvo y materiales duros entre 2-3 min. Se probará desde 30 segundos y se definirán los ciclos para obtener un polvo de orujo de uva.

Se utilizan los 2 equipos antes descritos equipos para identificar el tamaño de grano y definir cuál es más óptimo considerando también el tiempo de molienda. Se busca obtener un grano fino bajo 50 mesh para un acabado homogéneo con los distintos adhesivos.

1.1.4. Análisis granulométrico

Se realiza este ensayo para conocer la distribución de partículas que se encuentran presentes en una muestra. (Sarmiento, 2014). Se utilizarán 150 gr de orujo de uva molido para el análisis. Se organizan los tamices bajo Norma ASTM en orden decreciente; 18 mesh (1 mm), 35 mesh (0,42 mm), 50 mesh (0,397 mm), 60 mesh (0,250 mm), 100 mesh (0,149 mm), 120 mesh (0,125 mm) y 325 mesh (0,044 mm).

Los procesos mencionados en esta actividad se resumen a continuación, en la figura 19.



Figura 19: Resumen "Tratamiento a materia prima orujo de uva". Fuente: Elaboración propia.

1.2. Exploración y selección de aglomerante

Se utilizarán 3 aglomerantes para explorar la conformación del material. Se selecciona uno de extracción casera, uno desarrollado en Chile (origen local) y un adhesivo que esté en el mercado y cuente con certificaciones de compostaje y/o biodegradabilidad. Estos se definen de acuerdo a la información presentada en el Capítulo I.

Cada aglomerante requiere procesos distintos para ser trabajado, por lo cual es relevante señalar cuáles son las características y método de conformado de cada uno.

1.2.1. Extracción casera: Caseína de la leche

1.2.1.1 Método para obtener caseína

Para obtener caseína se realiza una precipitación de la leche usando vinagre. Se calientan 400 ml de leche entera a 65°, se añaden 4 cucharaditas de vinagre, luego se separa el “cuajo” mediante una gasa y se lava con agua hasta que salga transparente. Luego se limpia con alcohol para eliminar grasa y azúcares (GEO Sustainable, 2018).

1.2.1.2 Generar muestras con caseína y orujo

Se realizan muestras en placas de petri de 9 mm de diámetro con distintos porcentajes y variables. La proporción con la que se trabaja se define tomando como referencia una receta base con caseína y cáscara de naranja presentada en el repositorio “Bioplastic, Ingredients Store” (Futuritat, s.f). Esta receta señala que se ocupa 1 litro de leche, 4 cucharadas grandes de vinagre y 12 gramos de cáscara de naranja como carga para conformar un material.

En base a estos datos de Futuritat (s.f.) y a procedimientos de GEO Sustainable (2018), se decide realizar 6 muestras. Cada una de ellas presenta distintas composiciones, con variables de orujo, agua y glicerina (plastificante) como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 | Códigos y variables para muestras con caseína de leche.

Código muestras	Caseína (%)	Orujo (%)	Agua (%)	Glicerina (%)
C_01	100			
CO_01	91,7	8,3		
COP_01	64,7	5,8		29,4
C_A01	75		25	
CO_A01	66,6	11,1	22,2	
COP_A01	46,2	7,7	15,4	30,7

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de cada muestra se necesita:

- **Instrumentos:** Olla, fuente de calor, cuchara o palillo para revolver, gasa, colador, vaso y 6 placas de petri (molde)
- **Componentes:** Leche, agua, vinagre, glicerina, alcohol y orujo de uva.

1.2.2 Adhesivo local: Smart Bricks

1.2.2.1 Método para trabajar adhesivo

Se obtiene el adhesivo en formato de “pellet” en tienda. Para activar el adhesivo se calienta el pellet en una fuente mediante el proceso de “baño maría” y se hidrata con agua constantemente hasta que se funde. Cuando tiene un aspecto viscoso y líquido se agrega el residuo. Se mezcla hasta que se forma una masilla adhesiva fácil de moldear (Madera21, 2020).

1.2.2.2 Generar muestras con Smart bricks y Orujo

Se realizan muestras en placas de petri de 9 mm de diámetro con la proporción 1:2 ; donde 1 es adhesivo Smart Bricks, y 2 orujo de uva molido. Esta proporción es recomendada por el proveedor para ocupar la menor cantidad de adhesivo en la composición y alta cantidad de residuo. Se estudió 2 variables. La primera utilizando la proporción recomendada por Smart Bricks y la segunda agregando más adhesivo, ya que en la primera proporción las partículas de residuo están al límite de aglomeración. Estas conformaciones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6 | Códigos y variables para muestras con Smart Bricks

Código muestras	Smart Bricks (%)	Orujo (%)
SO_01_01	50	50
SO_01_02	33,3	66,6

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de cada muestra se necesita:

Instrumentos: Olla, fuente de calor, recipiente resistente al calor, cuchara o palillo para revolver y botella con spray atomizador o vaso y 2 placas de petri (molde).

Componentes: Pellet “Smart Bricks”, agua y orujo de uva.

1.2.3 Adhesivo certificado en el mercado: Bioespuma

1.2.3.1 Método para trabajar Bioespuma

Este adhesivo es una bioespuma bi-componente basada en aceites naturales, que mediante la mezcla de un isocianato y polioliol reaccionan, dando como resultado una espuma rígida. (Kehl, s.f.).

1.2.3.2 Generar muestras con Bioespuma y Orujo

Se realizan muestras en placa de petri de 9 mm en proporción 50% y 40% en relación al peso del orujo de uva, basado en resultados sobre la conformación de un material con bioespuma y viruta de raulí (San Juan, 2021), por lo tanto se generaron 2 muestras como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7 | Códigos y variables para muestras con Bioespuma

Código muestras	Bioespuma (%)	Orujo (%)
BO_40_60	40	60
BO_50_50	50	50

Fuente: Elaboración propia

Instrumentos: Vaso, palillo para revolver, placa de petri (molde)
Componentes: Adhesivo (Componente A (Isocianato) + Componente B (Poliol)) y orujo de uva.

1.2.4. Elección de aglomerante

1.2.4.1. Evaluación cualitativa de mezclas

Se comparó bajo 4 criterios de evaluación: Compactación entre partículas, rotura en manipulación y acabado superficial basado en el trabajo experimental de San Juan (2021). Además se decide incluir un cuarto criterio referente a recursos y procesos de conformado, por la diversidad de procesos que requieren los 3 aglomerantes explorados.

A continuación se define cada uno de los criterios:

a. Compactación entre partículas: Efectividad de adherencia entre las partículas. Se evalúa como “Baja”, “Media” o “Alta”.

b. Rotura en manipulación: Las muestras presentan o no fracturas y desprendimiento de partículas al manipularlas y retirarlas del molde. Se evalúa si las muestras tienen un desprendimiento y/o fractura “Nulo”, “Bajo”, “Medio” o “Alto”.

c. Acabado superficial: Es posible que el adhesivo otorgue una apariencia “opaca” o “brillante”, un acabado distinto al residuo (San Juan, 2021).

d. Recursos y procesos: Recursos necesarios para trabajar el adhesivo y conformar el material. Se evalúa como “Alto”, “Medio”, “Bajo” y se agrega una breve observación de por qué se evaluó de esa manera.

1.2.4.2. Definir aglomerante a trabajar

De acuerdo al cuadro comparativo de la tarea anterior se define el aglomerante que cumpla de mejor manera los 4 criterios de evaluación y presente una conformación homogénea.

1.3. Identificar herramientas para configuración de material biobasado

Conforme a las características que presenta el adhesivo escogido (bioespuma), es importante explorar y observar la capacidad de moldeado y qué superficies permiten un buen acabado, conociendo así las herramientas necesarias para su fabricación.

1.3.1. Explorar superficies y moldes para configurar muestra seleccionada.

Se realizan muestras en moldes con distintas superficies. Se exploran los siguientes materiales: Cinta adhesiva en MDF, Madera, Acrílico, PLA y Silicona. La Bioespuma, al ser mezclada reacciona en pocos minutos y aumenta su tamaño (Kehl, s. f.; San Juan, 2021), por lo cual en todas las muestras se utilizó un molde con contraforma y/o cerrado y se prensa mediante peso.

1.3.2. Seleccionar un proceso de conformación de acuerdo a criterios de evaluación.

Se evalúan las muestras obtenidas de la tarea anterior considerando las variables: adherencia a la superficie y acabado superficial. Para llevar a cabo la actividad antes descrita se describen los códigos que reciben las muestras, como se realiza la mezcla y la tabla que se usará con los criterios de evaluación.

La siguiente tabla muestra los códigos de las muestras:

Tabla 8 | Códigos y superficie de muestras.

Código muestra	BO_CAMDF	BO_MAD	BO_ACR	BO_PLA	BO_SIL
Superficie	Cinta adhesiva	Madera	Acrílico	PLA	Silicona

Fuente: Elaboración propia

Mezcla y Procedimiento: En un vaso plástico se agregan 3 gr de bioespuma (1,5 gr de cada componente), se revuelve hasta lograr un color amarillento. Rápidamente se añaden 3 gramos de orujo de uva, se revuelve hasta lograr una composición homogénea y se vierte en el molde, procurando distribuir la bien la mezcla en las esquinas del molde con un palillo. Finalmente se tapa el molde y se coloca un peso de 5 kg.

La espuma reacciona entre 90 y 180 seg aproximadamente (Kehl, s. f.) a temperatura ambiente (aprox 25°C), por lo cual el procedimiento debe realizarse rápido. Luego se dejan secar a temperatura ambiente por 3 horas o más. Pasado este tiempo se abre el molde y se desmoldaron.

La tabla de evaluación de criterios que se utilizará para identificar el comportamiento de las muestras en los distintos moldes es la siguiente:

Tabla 9 | Criterios de evaluación sobre configuración de mezcla.

Código muestras	Material	Adherencia	Acabado	Observaciones
BO_CAMDF				
BO_MAD				
BO_ACR				
BO_PLA				
BO_SIL				

Fuente: Elaboración propia

A continuación se definen los criterios:

Adherencia: Capacidad que tiene la muestra de adherirse en la superficie del molde. Se evalúa como "Nula", "Baja", "Media" y "Alta".

Acabado superficial: Es posible que la superficie otorgue un acabado a la muestra distinto a la textura del residuo.

Observaciones: Se anotan todas las características que se consideren relevantes y que se diferencien de las otras muestras.

2. Caracterización del material mediante evaluación de sus propiedades

El material compuesto biobasado definido en la etapa anterior se caracterizará en esta etapa mediante ensayos de laboratorio. También se conocerán sus cualidades perceptuales, las cuales son fundamentales para realizar la última etapa del proyecto, diseñar a partir de las cualidades físico-macánicas y perceptuales del material. En la Tabla 10 se presentan las actividades y tareas que se encuentran en esta etapa.

Tabla 10 | Etapa 2 de los Métodos

Etapa	Actividades	Tareas
<p>2. Caracterización del material mediante evaluación de sus propiedades</p>	<p>2.1 Evaluar propiedades físico-mecánicas del material biobasado a través de ensayos de laboratorio.</p>	<p>2.1.1. Calcular densidad del material</p> <p>2.1.2. Ensayo: Absorción de agua e hinchamiento del espesor</p> <p>2.1.3. Ensayos mecánicos de flexión, tracción y compresión</p> <p>2.1.4. Análisis de propiedades mecánicas</p>
	<p>2.2 Evaluar trabajabilidad, mecanizado y comportamiento con agentes externos.</p>	<p>2.2.1 Pruebas de mecanizado: perforación, corte y lijado</p> <p>2.2.2. Ensayos de resistencia a agentes externos para ver degradabilidad.</p> <p>2.2.3. Pruebas de moldeado y texturas.</p> <p>2.2.4. Prueba de grabado y corte láser.</p>
	<p>2.3 Caracterización de material mediante características perceptuales.</p>	<p>2.3.1. Caracterización experiencial (MDD)</p> <p>2.3.2. Hacer tabla resumen de caracterización perceptual</p>

Fuente: Elaboración propia

2.1. Evaluar propiedades fisico-mecánicas del material biobasado a través de ensayos de laboratorio.

2.1.1. Densidad

Se conoce la densidad que posee el nuevo material para poder compararlo con un bloque de poliuretano de alta densidad de 2 rangos, el primero de 130-180 kg/m³ y el segundo de 400-500 kg/m³, variables en función de su compactación (Kingspan, s.f.). También se comparó con la densidad de la bioespuma, 70 kg/m³ (Kehl, s.f.). La fórmula que se utiliza para calcular la densidad del material BO_50_50 es:

$$d = \frac{M}{V}$$

Donde:
d: densidad (kg/m³)
M: masa (Kg)
V: Volumen (m³)

2.1.2 Absorción de agua e hinchamiento.

Se analiza el comportamiento de 5 probetas de 50 x 50 y 3 mm de espesor bajo la norma ASTM D570-98. El ensayo consiste en realizar "inmersión repetida". Se sumergen las muestras durante 2 horas y luego se vuelven a sumergir durante 24 horas seguidas. Se mide el espesor de las probetas con un pie de metro mecánico marca Ingco modelo HVC01200 y se pesa cada muestra en balanza marca Fuzion, modelo PT-500 antes de ser sumergidas, a las 2 horas y después de la inmersión final. El % de hinchamiento se utiliza la fórmula:

$$H = \frac{e2 - e1}{e1}$$

Donde:
H: Porcentaje de hinchamiento (%)
e1: espesor antes de la inmersión (mm)
e2: espesor después de la inmersión (mm)

2.1.3. Ensayos mecánicos: Flexión, Tracción y Compresión.

Los ensayos se realizan en el Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales ubicado en el Campus Beauchef de la Universidad de Chile. A continuación se detalla cada ensayo con la respectiva norma utilizada.

A) Flexión:

Se someten 5 probetas de 127 x 13 x 4 mm al equipo de ensayo universal modelo WDW-S5 bajo la norma "ASTM D790 - Propiedades de flexión de plásticos no reforzados y reforzados" (ASTM, 2016). Con los datos obtenidos del ensayo se calcula:

A.1) Resistencia a la flexión (N/mm):

$$Rf = \frac{3FL}{2bt^2}$$

Donde:
Rf: Resistencia a la flexión
F: Carga máxima (N)
L: distancia entre los puntos de apoyo (mm)
b: ancho de probeta (mm)
t: ancho de probeta (mm)

A.2) Módulo de Elasticidad (MPa):

$$MOE = \frac{L^3 C}{4ae^3 d}$$

Donde:
MOE: Módulo de Elasticidad
C: Carga máxima (N)
L: distancia entre los puntos de apoyo (mm)
a: ancho de probeta (mm)
e: espesor de probeta (mm)
d: desplazamiento promedio (mm)

A.3) Módulo de Ruptura (MPa):

$$\text{MOR} = \frac{3}{2} \left(\frac{CL}{ae^2} \right)$$

Donde:
MOR: Módulo de Ruptura
C: Carga máxima (N)
L: distancia entre los puntos de apoyo (mm)
a: ancho de probeta (mm)
e: espesor de probeta (mm)
3/2: corresponde a la constante del modo en que se aplica la carga (Ashby, 2019)

B) Tracción:

Se someten 5 probetas de 165 x 14 x 6 mm al equipo de ensayo universal modelo WDW-S5 bajo la norma ASTM D638-Propiedades de tracción de plásticos. Las probetas tienen la forma de "dogbone" (hueso de perro) para un óptimo agarre de la máquina (ASTM, 2014). De acuerdo a los datos obtenidos en el ensayo se calcula:

B.1) Resistencia a la tracción (MPa)

$$R_{tr} = \frac{C}{t}$$

Donde:
C: Carga máxima (N)
t: área transversal

B.2) Módulo de Elasticidad (GPa):

$$\text{MOE} = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

Donde:
y: punto de la tangente de la curva en gráfico de carga-deformación. (stress-strain)
x: punto de la tangente de la curva en gráfico de carga-deformación. (stress-strain)

C) Compresión:

Se someten 5 probetas cilíndricas de diámetro 25,4 mm y longitud 50,8 mm al equipo de ensayo universal modelo WDW-S5 bajo la norma ASTM 695, específicamente el apartado 6.8 que especifica las características para pruebas de espuma (ASTM, 2015). Con los datos obtenidos se calcula:

C.1) Resistencia a la compresión

$$R_{com} = \frac{C}{t}$$

Donde:
C: Carga máxima (N)
t: área transversal

C.2) Módulo de Elasticidad (GPa):

$$\text{MOE} = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

Donde:
y: punto de la tangente de la curva en gráfico de carga-deformación. (stress-strain)
x: punto de la tangente de la curva en gráfico de carga-deformación. (stress-strain)



Figura 20: (a) Ensayo Flexión, (b) Ensayo Tracción, (c) Ensayo Compresión. Elaboración propia

2.1.4. Análisis de ensayos mecánicos.

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de flexión, tracción y compresión se tabulan para conocer las características del material compuesto biobasado en orujo de uva.

Como se evidencia en la actividad anterior, se decide calcular el Módulo de Young de los 3 ensayos para ver su variación y analizar los datos en el programa "Granta EduPack". En este programa se generarán 3 "Registros de Material", correspondiente a cada uno de los ensayos con sus respectivos datos. El programa ubicará cada registro dentro de una familia o sector de materiales en un gráfico de burbujas (Ansys Granta EduPack, 2019). El propósito es visualizar si los datos convergen entre sí o no tienen relación dentro del gráfico.

Se genera además un "Registro de Material" que incluye los datos de los 3 ensayos (flexión, tracción y compresión) y se visualizan su variación respecto a los registros individuales.

Por último se identificó qué materiales presentan propiedades similares al nuevo material conformado y se presentarán mediante un gráfico del programa "Granta EduPack".

2.2. Trabajabilidad, mecanizado y comportamiento con agentes externos.

2.2.1 Pruebas de mecanizado: perforación, corte y lijado

En base a la norma ASTM D-1666 se realizó pruebas de lijado, corte y perforación. Se adaptó la norma y se realizan muestras

de 100 x 100 x 8 mm. A continuación se señala cómo se llevaron a cabo las pruebas:

- **Perforado:** Se utiliza taladro Marca Black & Decker, modelo KD664RE de 500W con sierra copa de 32 mm.

- **Corte:** Se utilizan 2 herramientas.

1. Cuchillo cartonero con hoja Olfa LBB 18 mm.
2. Sierra caladora Marca Black & Decker modelo KS531, 370 W.

- **Lijado y pulido:** Se utilizan lijas nº 80, 120 y 180 y lijas al agua 400 y 1200 mediante la herramienta Marca Black & Decker modelo CD450-B2C. Se trabaja un minuto por lija.

Las 3 pruebas de mecanizado se presentan los resultados mediante un registro fotográfico y se evalúan mediante criterios de la norma en "grados" desde "Excelente" a "Muy malo":

Tabla 11 | Cuadro definición de Grados.

Tipo de Grado	Definición
1. Excelente	Cuando las probetas no presentan defectos y no tienen fibras levantadas
2. Muy bueno	Aquellas probetas que tienen entre un 10% y un 20% del área con fibra levantada.
3. Bueno	Probetas con presencia de fibra entre un 20% a 30% del área procesada.
4. Malo	Probetas que presentan fibra entre un 30% y 40% o que presenten grano desarrado
5. Muy Malo	Fibra sobre un 40% de su área o grano desgranado sobre 30%.

Fuente: Elaboración propia a partir de ASTM D-1666.



Figura 21: Taladro utilizado en ensayo de perforación.
Fuente: Elaboración propia



Figura 23: Sierra caladora utilizada en ensayo de corte
Fuente: Elaboración propia



Figura 22: Corta cartón utilizado en ensayo de corte.
Fuente: Elaboración propia



Figura 24: Lijadora y lijas utilizadas en ensayo de lijado.
Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Observación de material en tierra húmeda en el exterior

Se realiza un registro a través de cámara fotográfica y lente macro Marca Xenvo, Modelo Clarus 15X a muestras sobre tierra húmeda durante 5 meses. Se registrarán observaciones enfocadas en cambios físicos y presencia aparente de microorganismos.

2.2.3 Realizar pruebas de moldeado y texturas

Se explora la capacidad del material de adoptar morfologías mediante distintos moldes y texturas (Figura 25).

- Se utiliza un molde de silicona en forma de hoja con detalles de su nervadura (conjunto de nervios de una hoja).
- Se utiliza molde de silicona volumétrico conformado por triángulos.
- Moldes con diferentes acabados mate, brillante y bajo relieve.



Figura 25: Distintos moldes de silicona. Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Prueba de grabado y corte láser.

El test de grabado permite conocer los valores óptimos para grabado y corte en el material. Se ocupara una máquina láser marca Ortur 2 de 15 W. La potencia va desde 200 mm/min hasta los 2500 mm/min y la potencia de 10% a 100% en intervalos de 10 (Figura 26).

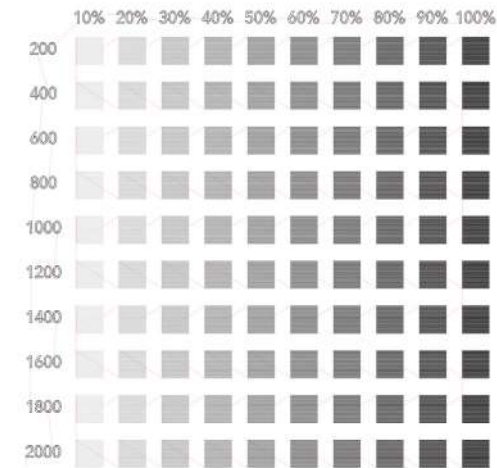


Figura 26: Parámetros para grabado láser. Fuente: Elaboración propia

2.3. Caracterización de material mediante características perceptuales

2.3.1. Caracterización experiencial (MDD)

El método de Karana et al. (2015) permite comprender cómo las personas perciben y reciben un "nuevo material", particularmente en nivel de experiencia y cómo estos niveles se interrelacionan en la experiencia material.

El Toolkit que se presenta en el Capítulo I, cuenta con 4 niveles: performativo (1), sensorial (2), afectivo (3) e interpretativo (4) (Kit Ma2E4). Se explica cada uno de ellos (traducción recuperada de material de clases).

Nivel sensorial: El encuentro con los materiales ocurre a nivel sensorial, a través del tacto, la visión, el olfato, el sonido y el gusto. Las descripciones como suave, pegajoso, pertenecen a este nivel.

Nivel interpretativo: Se refiere a cómo interpretamos y juzgamos los materiales, es decir, los significados que les atribuimos después del encuentro sensorial inicial. Las descripciones 'moderno', 'tradicional', 'de alta calidad', corresponden a este nivel.

Nivel afectivo: Podemos sentirnos fascinados o decepcionados por las cualidades de un material incorporado en un producto particular. Tales descripciones como 'fascinante', 'sorprendente', que se refieren a la emoción provocada por los materiales, pertenecen al nivel afectivo.

Nivel performativo: Enfatiza el rol activo de los materiales en la configuración de nuestras maneras de "hacer". Las descripciones sobre el desempeño del objeto y acciones por medio de los materiales, como caricias (cuidados), ajustes, se incluyen dentro de esta categoría.

Para esta investigación se realizaron 3 niveles (sensorial, afectivo e interpretativo) en una encuesta digital para que el usuario responda de manera autónoma e interactúe libremente con el material que se le entrega.

Para el nivel afectivo e interpretativo se le entregó al encuestado una lista con conceptos donde debían elegir 3 conceptos por nivel y responder a la pregunta correspondiente. Se realiza la encuesta (Figura 27) a 3 grupos. El primero corresponde a posibles usuarios (Personas que acuden a Restaurantes y Tiendas especializadas de Vino); El segundo grupo son estudiantes de Diseño y Diseñadores y el tercero corresponde a personas naturales.

Se entrevistó a un total de 60 personas. 45 de ellas respondieron de manera digital. Los lugares donde se hicieron estas encuestas son "La Vinolia", "La Cava del Sommelier", "Feria Sustentable de la Universidad San Sebastián" y en la exposición "Diseño y Nuevas Materialidades del Laboratorio de materiales biobasados FAU". Las otras 15 encuestas se realizan de manera análoga a estudiantes de Diseño de "Proyecto V" de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.

2.3.2. Hacer tabla resumen de caracterización perceptual

Bajo el análisis de datos que propone Karana et al. (2014) se grafican los datos cuantificando las respuestas de la encuesta para identificar cualidades del material con más tendencia en el "Nivel Sensorial". Luego se identifican 3 emociones con mayor tendencia en las respuestas del "Nivel Afectivo". Para visualizar el "Nivel Interpretativo" se realiza una nube de palabras donde el tamaño de cada palabra representa la cantidad de personas que relacionan el material con ese significado. Finalmente se muestran frases registradas por la investigadora del proyecto correspondiente al nivel performativo.

MAPA DE CARACTERIZACIÓN EXPERIENCIAL

Esta encuesta busca contribuir a la comprensión de cómo las personas experimentan e interpretan los materiales.

Material **Género**
Edad **Ocupación**

1. Nivel sensorial - ¿Cómo describes al material?



	2	1	0	1	2		2	1	0	1	2	
suave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	rugoso	rígido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	flexible
duro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	blando	irrompible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	quebradizo
mate	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	brillante	liviano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pesado
no reflectante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reflectante	textura regular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	textura irregular
frío	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	cálido	no fibroso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fibroso
no elástico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	elástico	incoloro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	colorido
opaco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	transparente	inololoro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	oloroso

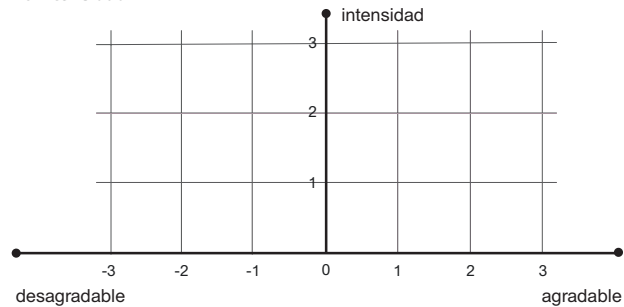
Listado de palabras para responder preguntas 2 y 3.

2. Nivel afectivo - Listado de emociones

Satisfacción	Frustración
Amor	Odio
Diversión	Aburrimiento
Sorpresa	Decepción
Agrado	Asco
Serenidad	Inquietud
Encanto	Disgusto
Determinación/decisión	Duda/confusión
Admiración	Desprecio
Protección	Inseguridad
Seguridad	Temor
Atracción/deseo	Indiferencia/apatía
Confianza	Desconfianza/recelo
Aceptación	Rechazo
Comodidad	Incomodidad
Respeto	Irreverencia
Nostalgia/melancolía	Curiosidad

2. Nivel afectivo - ¿Qué emociones provoca el material?

Escoge 3 emociones de la lista y valóralas según nivel de **agrado** e **intensidad**.



3. Nivel interpretativo - ¿Qué significados tiene el material?

Escoge 3 significados de la lista, luego búscalos en el set de imágenes y elige 2 de las 3 imágenes que mejor se asocien a la palabra, no al material.

Significado 1	Significado 2	Significado 3
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Imágenes	Imágenes	Imágenes

3. Nivel interpretativo - Listado de significados

Agresivo	Calmato
Acogedor	Distante
Elegante	Vulgar
Futurista	Nostálgico
Común	Diferente
Sexy	No sexy
Apariencia de juguete	Profesional
Natural	Artificial
Costoso	Barato
Honesto	Falso
Limpio	Sucio
Hecho a mano	Fabricado en serie



Set de imágenes

4. Reflexiones finales

- ¿Cuál es la característica más agradable del material?
- ¿Cuál es la característica más molesta/perturbadora del material?
- ¿Cuál es la característica más única del material?

Figura 27: Mapa de Caracterización experiencial (Encuesta realizada a grupo objetivo). Fuente: Elaboración propia a partir de Karana et al. (2015).

3. Validación de material a través de aplicaciones de diseño

Para el desarrollo de aplicaciones se consideran las propiedades conocidas en la etapa anterior respecto a la trabajabilidad y características mecánicas que presenta el material compuesto biobasado en orujo de uva. Como primera actividad de levanta información sobre la zona donde se enmarca el proyecto, La Provincia del Choapa, identificando las características del lugar. Luego se realiza una conceptualización que relaciona los datos recopilados a través de la metodología Material Driven Design y los elementos de la zona para materializar un producto y asignar una identidad al material.

Tabla 12 | Etapa 3 de los Métodos

Etapa	Actividades	Tareas
3. Validación de material a través de aplicaciones de diseño	3.1 Análisis de entorno local	3.1.1 Revisión de literatura acerca del Valle del Choapa 3.1.2. Sintetizar información a través de un mapa conceptual
	3.2 Desarrollo de propuesta conceptual y formal	3.2.1. Conceptualización basada en datos de "Kit Ma2E4" y entorno local. 3.2.2 Identificar usuario de producto
	3.3 Elaboración de prototipo formal	3.3.1. Realizar bocetos y modelos digitales. 3.3.2. Elaborar propuesta final

Fuente: Elaboración propia

3.1 Análisis de entorno local

3.1.1. Revisión de literatura acerca del Valle del Choapa

En base al artículo “Prehistoria del Valle del Choapa” de Albornoz (2011) y libros de la Región de Coquimbo, se identifican características de la zona. Se realiza mapa conceptual con información levantada para posteriormente tomar conceptos y morfologías en las siguientes actividades.

3.2 Desarrollo de propuesta conceptual y formal

3.2.1. Conceptualización mediante datos de “Kit Ma2E4” y entorno local

Según los datos levantados con el Kit Ma2E4 (Karana et al., 2015) y revisión de la Literatura, se realiza un diagrama que relaciona conceptos de ambas áreas para dar lugar a una identidad del material, establecer un concepto y nombre para el material.

3.2.2. Identificar usuario de producto

Siguiendo los objetivos de este proyecto, que busca revalorizar el residuo orujo de uva, se decide incorporar una propuesta dentro del mismo sector, ya que se proyecta un potencial valor agregado para los productos del sector vitivinícola. Se realiza un estudio de usuario.

3.3 Elaboración de prototipo formal

3.3.1 Realizar bocetos y modelos digitales.

En base a los moodboard y conceptos desarrollados se exploran diversas morfologías que serán aplicadas en relación a un producto del área vitivinícola. Se exploran trazos, geometrías y por último volúmenes que se desarrollan en el software Blender.

3.3.2. Elaboración propuesta final.

Se desarrolla una propuesta que involucre una función estética, simbólica en relación a las características del material y del sector donde será aplicado el producto. También se presenta el flujo de producción de vino y cómo se involucra el proyecto y el fin de vida del producto.



A close-up photograph of dark brown, porous soil or organic matter, possibly a compost pile or a soil sample. The texture is highly granular and uneven, with many small, irregular particles. The lighting is warm, highlighting the rich brown tones and the intricate details of the soil's structure. A semi-transparent dark grey box is overlaid on the right side of the image, containing the chapter title in white text.

Capítulo III Resultados

Etapa 1: Diseño y fabricación de material biobasado

1.1 Tratamiento a materia prima orujo de uva

A continuación se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a los procesos señalados en el Capítulo II.

Análisis granulométrico

Al moler el orujo de uva en el Molino Martillo y Molino de cuchillas se detecta que el Molino Martillo no genera granos pequeños en un ciclo, dejando entre un 65 y 75% de las partículas sobre 35 mesh (Figura 28).

El molino de cuchillas en 40 seg logra partículas bajo los 35 mesh (Ver figura 29). Bajo estos antecedentes, se descarta usar el molino martillo y se realiza un análisis granulométrico a una muestra de 150 gr del molino de cuchillas. En el proceso de tamizado se pierde un 2,67% de orujo. Ver tabla 13 con los resultados.

Tabla 13 | Análisis granulométrico molino de cuchillas

Tamiz (mesh)	Tamaño de grano	Cantidad	%
18	≥ 1 mm	0 gr	0 %
35	$\geq 0,5$ mm	14,5 gr	9,7 %
50	$\geq 0,297$ mm	45,6 gr	30,4 %
60	$\geq 0,250$ mm	8,68 gr	5,8 %
100	$\geq 0,149$ mm	29,32 gr	19,5 %
120	$\geq 0,125$ mm	28,26 gr	18,8 %
325	$\geq 0,044$ mm	19,12 gr	12,7 %
Fondo	$< 0,044$ mm	0,72 gr	0,48 %

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Orujo de uva molido en Molino Martillo



Figura 29: Orujo de uva molido en Molino de Cuchillas



Se observa que la mayor concentración se encuentra en 50 y 100 mesh. Luego sigue 120 y 325 mesh, partículas muy pequeñas que permitirán un buen acabado del material.

Se decide trabajar con todos los tamaños de partículas estudiados, para aprovechar al máximo el residuo que se procesa en el molino de cuchillas. Las partículas más finas ayudarán a que el material tenga un acabado más homogéneo y las partículas más grandes a la conformación del material.

A simple vista no se observa gran diferencia de partículas en el polvo de orujo de uva, tal como se muestra en la Figura 30.



Figura 30: Orujo de uva molido que se ocupa en la conformación del material.
Fuente: Elaboración propia

1.2 Exploración y selección de aglomerante

1.2.1 Caseína de la leche

Precipitación de caseína: (1) Se calienta la leche hasta que llegue a 65° aprox y se añade vinagre. (2) Cuando las proteínas se agrupan se pasa a un paño limpio. (3 y 4) La caseína permanece en el paño mientras el suero de leche escurre. (5) Se lava la caseína con agua y alcohol para quitar los restos de grasa y vinagre. (6) Se aprieta el paño para eliminar todo el líquido presente. (7) Caseína lista. (8) Se usa un molde para darle forma a la caseína (Figura 31).

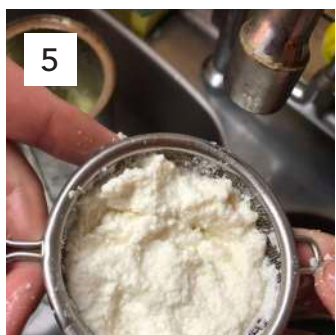
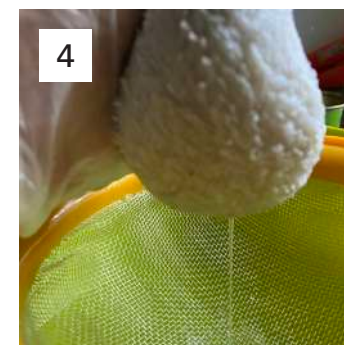
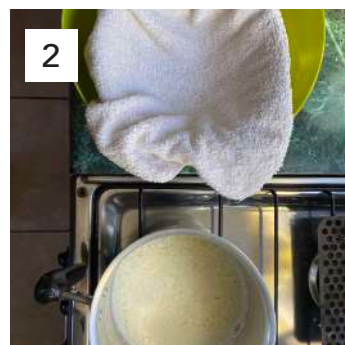


Figura 31: Precipitación de caseína. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 | Resultados de conformación de muestras con caseína

Código muestra	Imagen	Compactación entre partículas	Rotura en Manipulación	Acabado superficial	Recursos y procesos	
C_01		Alta	Desprendimiento nulo, fractura media	Brillante medio, apariencia de "marfil" o "hueso"	Alto	Componentes (leche, vinagre, alcohol y glicerina)
CO_01		Baja	Desprendimiento bajo, fractura alta	Acabado mate, rugoso		Fuente de calor
COP_01		Baja	Desprendimiento y fractura alta	Acabado áspero		Se genera un residuo: Suero de leche
						Agua (para lavar caseína)
						Deshidratadora para el secado de las muestras

Fuente: Elaboración propia

Código muestra	Imagen	Compactación entre partículas	Rotura en Manipulación	Acabado superficial	Recursos y procesos		
C_A01		Media-Alta	Desprendimiento nulo, fractura media	Brillante y semi transparente	Alto	Componentes (leche, vinagre, alcohol y glicerina)	
CO_A01		Media	Despredimiento bajo, fractura alta	Semi-brillante. Apareció un hongo		Fuente de calor	Se genera un residuo: Suero de leche
COP_A01		Baja	Desprendimiento medio, fractura alta	Acabado mate, textura pastosa		Agua (para lavar caseína)	Deshidratadora para el secado de las muestras

1.2.2 Smart Bricks

Resultado de trabajo con adhesivo: (1) Se calienta el pellet a Baño María y se comienza a hidratar (2) Constantemente se añade agua tibia mientras se revuelve con un palillo (3) Cuando se logra una consistencia líquida y viscosa se añade el polvo de orujo de uva. (4) El adhesivo y orujo se comienza a mezclar. (5) Amasando se va unificando la mezcla. (6) El adhesivo se comienza a enfriar y se visualizan hilos de adhesivo al separar una sección. (7) Mezcla compacta, lista para moldear (8) Se coloca en el molde (Figura 32).

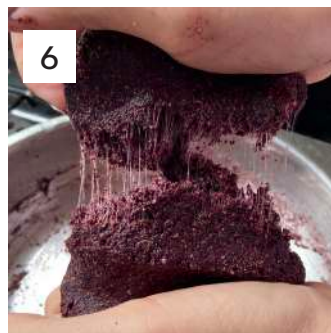


Figura 32: Proceso de trabajo adhesivo Smart Bricks. Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 | Resultados de conformación de muestras con Smart Bricks

Código muestra	Imágen	Compactación entre partículas	Rotura en Manipulación	Acabado superficial	Recursos y procesos	
SO_01_01		Alta	Desprendimiento nulo y no se evidencia fractura	Mate. Bordes definidos	Medio-Alto	<p>Pellet</p> <p>Agua (para hidratar pellet)</p> <p>Fuente de calor y elevado tiempo de uso</p>
SO_01_02		Alta	Desprendimiento nulo y no se evidencia fractura	Acabado mate, bordes menos definidos que la otra muestra. Se contrae al secarse		<p>Deshidratadora para el secado de las muestras o al menos 48 hrs de secado al aire libre</p>

Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Bioespuma

Resultado de trabajo con bioespuma: (1) Se presentan las botellas que contienen el componente A (Isocianato) y componente B (Poliol). (2) Se presenta el molde y el recipiente que contiene orujo de uva (3) Se realiza mezcla en el molde. Primero se agrega el componente B y luego el componente A. (4) Se mezclan ambos componentes hasta lograr una apariencia amarillenta. (5) Se agrega el orujo de uva rápidamente y se revuelve. (6) Cuando se visualiza una consistencia homogénea y no se vea el color amarillo se deja de revolver y se espera que reaccione (7) Material comenzando a reaccionar (8) Reacción en etapa de finalización. En la figura 33 se muestran imágenes de una prueba para visualizar cómo se comportaba el material y se usó mica para el molde.

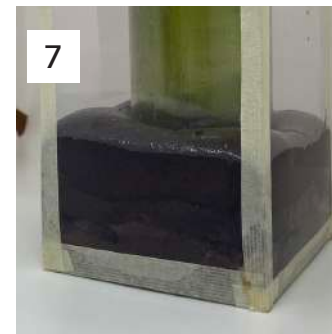
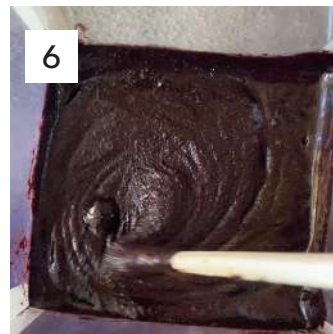


Figura 33: Proceso de trabajo adhesivo Bioespuma. Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 | Resultados de conformación de muestras con Bioespuma

Código muestra	Imágen	Compactación entre partículas	Rotura en Manipulación	Acabado superficial	Recursos y procesos	
BO_40_60		Alta	Desprendimiento nulo y no se evidendica fractura	Acabado semi-brillante. No es un color homogéneo. Hay lugares donde se ve amarillo (bioespuma).	Bajo	<p>Componente A: Isocianato</p> <p>Componente B: Polioli</p> <p>Secado a temperatura ambiente</p>
BO_50_50		Alta	Desprendimiento nulo y no se evidencia fractura	Acabado semi-brillante. Es suave y presenta un color homogéneo.		

Fuente: Elaboración propia

1.2.4 Elección de aglomerante para el proyecto

De acuerdo a la experimentación realizada y los criterios evaluados para cada muestra, se presentan las observaciones y elección del adhesivo a utilizar:

Se descarta trabajar con “caseína” principalmente porque la cantidad de leche que se utiliza y los residuos que se generan en el proceso de precipitación son altos.

Por ejemplo, para realizar una muestra en una placa de petri de 9 mm de diámetro se necesitan 200 ml de leche, de esta cantidad se extraen 22 gr aprox de caseína y queda el residuo “suero de leche” de 175 ml aprox. La muestra se conforma con un 91,6 % de caseína y un 8,3% de orujo de uva, por lo cual no responde a los lineamientos de este proyecto sobre utilizar una mayor cantidad de orujo de uva en la composición del material. Se utiliza agua y alcohol para lavar la caseína y vinagre para precipitarla. También es necesario deshidratar las muestras en horno industrial o deshidratadora para evitar la presencia de hongos. Aún así una muestra presentó hongos. La caseína sigue siendo interesante de explorar por sus características poliméricas, sin embargo no se realizaron más composiciones en distintos porcentajes por los procesos y recursos antes mencionados, los cuales **no cumplen con los criterios de sustentabilidad económica y ambiental que busca este proyecto.**

El adhesivo Smart Bricks presenta muy buenos resultados en la compactación de partículas. Es fácil y amigable manipular la masa conformada. Se puede poner en moldes o hacer figuras manualmente. La terminación del material una vez seco es similar a la de un tablero aglomerado de partículas y mantiene

el color característico del orujo de uva.

En relación a los procesos necesarios para trabajar el adhesivo **“Smart Bricks”**, se evidencia que **el tiempo que necesita el pellet para derretirse es considerable**. Si bien en un inicio se logró trabajar dentro de 20 min, hubo pruebas donde el pellet tardó más de 30 min en derretirse y se usó microondas para ayudar en el proceso. Esto significa que se **requiere de una fuente de calor por un prolongado tiempo, aumentando los costos de electricidad o gas y tiempo de producción. Por lo tanto, se descarta utilizar el aglomerante para este proyecto.** Sin embargo es importante decir que es un buen aglomerante considerando que este adhesivo sigue en etapa de desarrollo y se ha ido incorporando en el último año en el mercado de Chile.

Las **muestras con bioespuma** presentan muy **buenos resultados de acuerdo a los criterios de evaluación. Presentan un atractivo acabado, suave y homogéneo.**

Se decide trabajar con la composición de 50% bioespuma y 50% orujo de uva. En cuanto a recursos y procesos cumple con los criterios de sustentabilidad de este proyecto, ya que se **usa al menos 50% de residuo en su conformación, no usa agua y tampoco fuente de calor o deshidratadora**, ya que el material cuando reacciona se seca entre 1 a 3 horas a temperatura ambiente (25° aprox). La formulación que utiliza para el proyecto se presenta en la tabla 17, corresponde al material **BO_50_50**

Tabla 17 | Formulación material elegido para trabajar

BO_50_50	Cantidad (%)
Orujo de uva	50
Bioespuma	50

Fuente: Elaboración propia

1.3 Identificar herramientas para configuración de material biobasado

A continuación se presentan los resultados del comportamiento del material en distintas superficies. La evaluación se evidencia en la Tabla 18 mediante los criterios de adherencia, acabado superficial y observaciones.

Tabla 18 | Superficies exploradas para configuración de bioespuma

Código muestras	Material	Imágen	Adherencia	Acabado superficial	Observaciones
BO_CAMDF	Cinta adhesiva		Baja	Copia el acabado de la cinta adhesiva (cara semibrillante sin pegamento)	Para desmoldar se abrió el molde y la cinta estaba pegada al material, al sacar la cinta parte de los bordes quedaron en ella.
BO_MAD	Madera		Media-Alta	Acabado semi-brillante	La espuma ingresó a los pequeños poros de la madera y se adhirió en la parte inferior del molde.
BO_ACR	Acrílico		Alta	No se puede visualizar.	La muestra se pegó a la superficie. Se usó una contraforma de silicona. Al sacar la muestra del acrílico se rompió.
BO_PLA	PLA		Media	Textura porosa y semi-brillante. Se pegó una capa de material en la superficie.	Se pegó parte de la muestra a la superficie, se evidencian sectores semibrillantes o porosos (espuma)
BO_SIL	Silicona		Nula	Copia textura brillante de la silicona	No queda residuo en el molde. Fácil de desmoldar.

Fuente: Elaboración propia

En relación a los resultados de la Tabla 18 se observa que la superficie más óptima para trabajar con el material en base a orujo de uva y bioespuma es la **Silicona**. Esta superficie presenta una nula adherencia al material, no usa desmoldante y es capaz de contener el crecimiento del material de buena manera. Además se evidencia que el material tiene una excelente capacidad de copiar textura/superficie, por lo tanto la silicona puede brindar diversas opciones en las aplicaciones que puede tener el proyecto y proyecciones de escalabilidad.

Etapa 2: Caracterización del material mediante evaluación de sus propiedades

2.1 Propiedades físico-mecánicas

2.1.1 Densidad

La densidad del material BO_50_50 es de 453,32 kg/m³. En la Tabla 19 se compara el material biobasado, la bioespuma Kehl y 2 densidades de poliuretano, donde V1 corresponde a una baja compactación de partículas y V2 a una mayor compactación.

Tabla 19 | Comparación densidad de materiales

Material	Densidad (kg/m ³)
BO_50_50	453,32
Bioespuma Kehl	70
Poliuretano alta densidad (V1)	180
Poliuretano alta densidad (V2)	500

Fuente: Elaboración propia

Se puede inferir que el material BO_50_50 que contiene orujo de uva presenta una densidad 6,4 veces mayor a la bioespuma y se acerca a la densidad del poliuretano de alta densidad V2, aquel que presenta una mayor compactación en su conformación. La figura 34 grafica estos resultados.

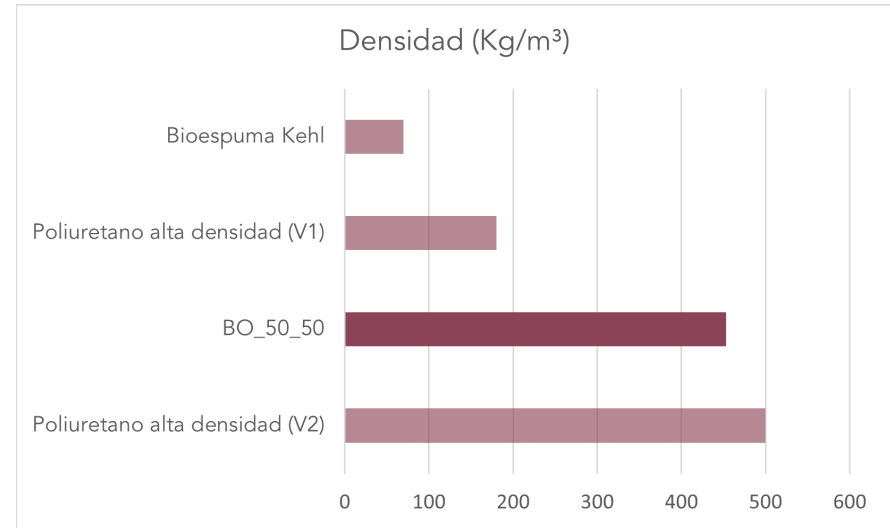


Figura 34: Gráfico comparativo de densidad de materiales. Elaboración propia

2.1.2 Absorción de agua e hinchamiento

Para someter 5 muestras a inmersión repetida se utilizó una malla metálica, con el fin de contener las muestras, ya que éstas tienen un alto nivel de flotabilidad (Figura 35).

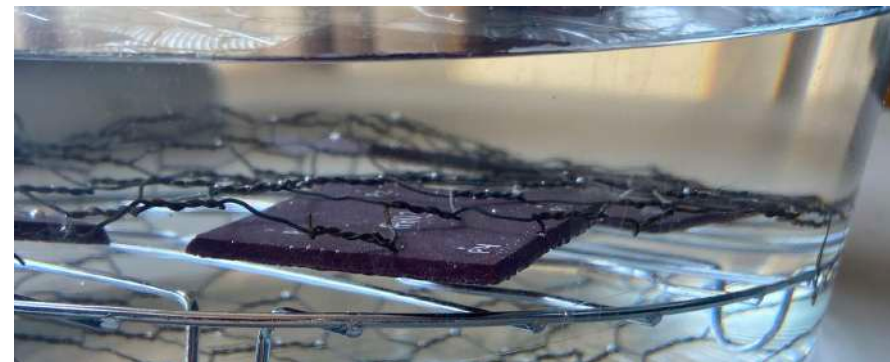


Figura 35: Muestras en inmersión contenidas en malla metálica. Elaboración propia

En la Tabla 20 se encuentran los resultados de absorción e hinchamiento de las muestras sometidas a inmersión cuando cumplieron 2 horas y en la Tabla 21 al pasar 24 hrs.

Tabla 20 | Resultados de absorción e hinchamiento a las 2 horas

2 horas		
Muestras	Absorción (%)	Hinchamiento (%)
AH01	3,76	0,00
AH02	5,33	0,00
AH03	4,43	3,18
AH04	3,62	2,30
AH05	2,15	0,00
Promedio	3,86 %	1,1 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 | Resultados de absorción e hinchamiento a las 24 horas.

24 horas		
Muestras	Absorción (%)	Hinchamiento (%)
AH01	29,81	0,00
AH02	35,21	0,86
AH03	35,46	3,18
AH04	25,80	4,50
AH05	17,42	0,00
Promedio	28,74 %	1,7 %

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las tablas, el hinchamiento de las probetas fue mínimo; un 1,1% en 2 horas de inmersión y 1,7% en 24 horas. No se evidencia un cambio significativo en sus formas, solo la probeta AH05 presenta una pequeña elevación en uno de sus bordes (P4), sin embargo el espesor final es el mismo al inicial (Figura 37 y 38).

Respecto a la absorción de agua, a las 2 horas sólo aumentó su masa en un 3,86%, lo que significa que resiste bastante la exposición a líquidos en ese tiempo. Después de las 24 horas se observa que absorbieron un 28,74% de agua (Figura 36).

Se puede concluir que el material puede estar en contacto con líquidos por un prolongado tiempo. Si bien aumentó su masa en un 28,74% en 24 horas, esta cantidad no interfiere en la forma ni compactación del material. Se deduce que el agua se concentra en las cavidades internas del material al ser aireado. Se observó que al sacar las muestras del agua, estas comenzaron a secarse rápidamente a temperatura ambiente (28° aprox). Es por esto que presentan un "color" distinto en la fotografía (Figura 38). Después al secarse completamente volvieron a su color original.

Es relevante mencionar que en el agua donde estuvieron las probetas no se encontró restos de partículas ni tintes.

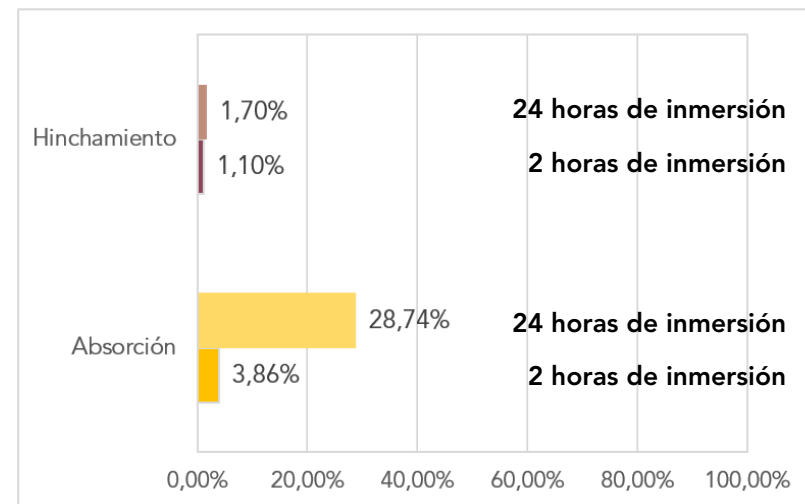


Figura 36: Resumen gráfico de hinchamiento y absorción de agua.
Fuente: Elaboración propia

Probetas antes de inmersión

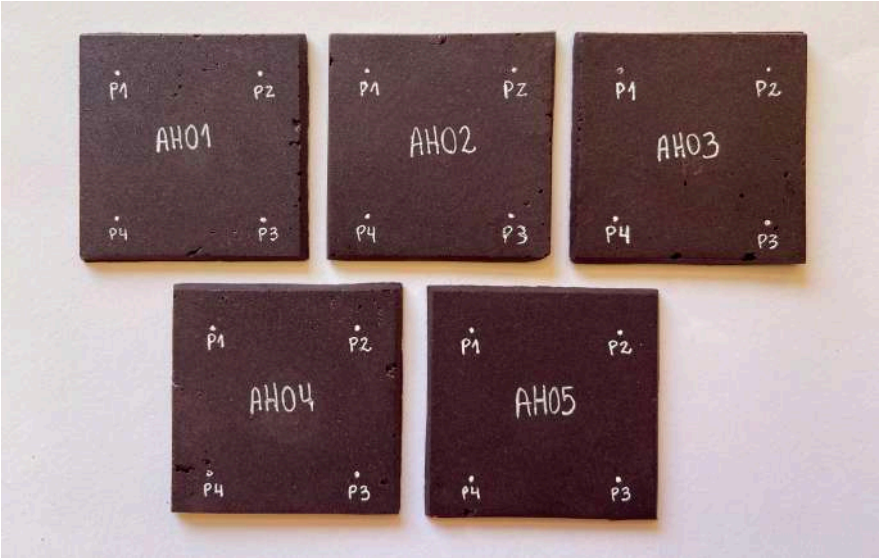


Figura 37: Probetas antes de inmersión. Elaboración propia

Probetas después de la inmersión

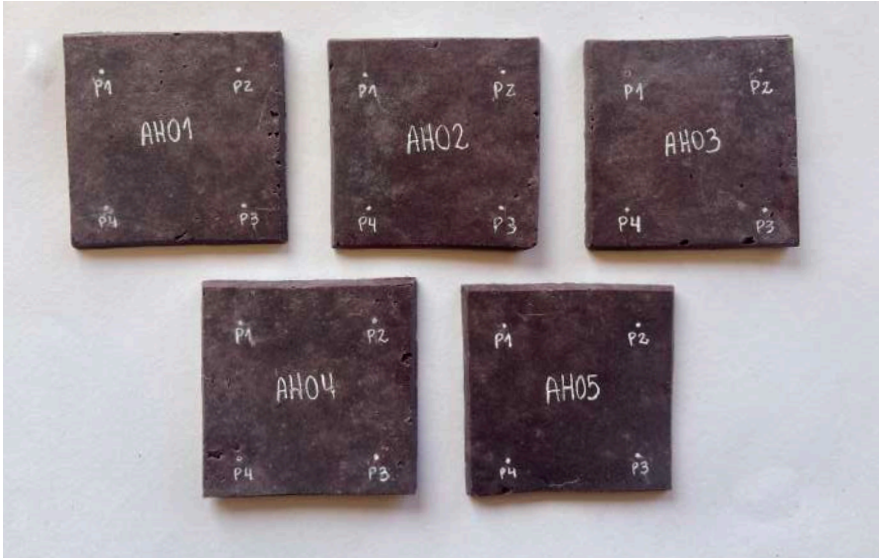


Figura 38: Probetas después de inmersión. Elaboración propia

2.1.3 Ensayos mecánicos

A) Flexión

Los resultados de las probetas sometidas a este ensayo se encuentran en la Tabla 22:

Tabla 22 | Resultados Ensayo de Flexión

Probeta	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Esfuerzo de flexión (Mpa)	Modulo de Young (MPa)	MOR (MPa)
PF_1	4,7	13,6	2,12	26,30	2,12
PF_2	4,8	13,8	1,80	20,63	1,80
PF_3	4,4	14	1,05	13,03	1,05
PF_3	4,2	13,4	2,22	58,50	2,22
PF_4	4,4	13,5	1,35	16,02	1,35
PF_5	4,2	13,2	3,31	76,83	3,31
Promedio				35,22	1,975

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el material presenta un módulo de elasticidad de 35,22 MPa. La probeta se comporta de manera elástica bajo los parámetros que se realizó el ensayo, sin embargo al doblar la probeta con las manos ésta se quiebra fácilmente.

También se pudo conocer la capacidad que tiene el material de volver a su forma, ya que al sacar la probeta de la máquina de ensayo esta fue volviendo a su forma lentamente, tal como se ve en las figuras 40 y 41.



Figura 39: Probeta sometida al ensayo de flexión. Fuente: Elaboración propia



Figura 40: Probeta de Flexión 1, 2 y 3 volviendo a su forma. Fuente: Elaboración propia



Figura 41: Probeta de Flexión 1, 2, 3, 4 y 5 volviendo a su forma. Fuente: Elaboración propia

B) Tracción

Los resultados de las probetas sometidas a este ensayo se encuentran en la Tabla 23:

Tabla 23 | Resultados Ensayo de Tracción

Probeta	Altura (mm)	Ancho (mm)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Módulo de Young (GPa)
PTR_1	6	14	1,86	0,016
PTR_2	6,3	14,3	1,35	0,015
PTR_3	6	13,8	0,99	0,006
PTR_4	6	14,3	0,83	0,006
PTR_5	6	13,8	1,40	0,013
		Promedio	1,34	0,012

Fuente: Elaboración propia

El material presenta una resistencia a la tracción de 1,34 MPa y un módulo de elasticidad de 0,012 GPa. No se estira. Cuando llega a la resistencia máxima se rompe.



Figura 42: Probeta sometida al ensayo de tracción. Fuente: Elaboración propia

C) Compresión

Los resultados de las probetas sometidas a este ensayo se encuentran en la Tabla 24:

Tabla 24 | Resultados Ensayo de Compresión

Probeta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Máximo fuerza (N)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Módulo de Young (Gpa)
PCOM_01	52,1	26,4	1459,3	2,67	0,07
PCOM_02	51,8	25	1711,35	3,49	0,06
PCOM_03	52	25,9	982,1	1,86	0,05
PCOM_04	50,7	25,8	788,65	1,51	0,04
PCOM_05	51	25,1	1251,2	2,53	0,07
			Promedio	1,95	0,05

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión del material es de 1,95 MPa aprox. Se calculó el MOE de acuerdo a la tangente de la curva, dando un resultado de 0,05 GPa como promedio.



Figura 43: Probeta sometida al ensayo de compresión. Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Análisis de Ensayos mecánicos

Con los datos antes presentados de los ensayos de Flexión, Tracción y Compresión se analiza mediante el programa Granta EduPack en que familia se ubica el material y a qué materiales se parecen sus características.

Como se menciona en el Capítulo II, se realizaron 4 fichas del material. La primera ficha se hizo ingresando los datos del ensayo de **Flexión** (Resistencia a la Flexión, MOE y MOR) .

El material se ubica en el diagrama mediante la relación de densidad y Resistencia a la Flexión. Como se observa, se ubica en la familia de espumas, materiales naturales, cerámicas no técnicas y metales y aleaciones (Figura 44).

Algunos de los materiales a los que se compara B0_50_50 son el concreto aireado, espuma de mutilla (porcelanita) y algunas espumas de poliuretano rígidas.

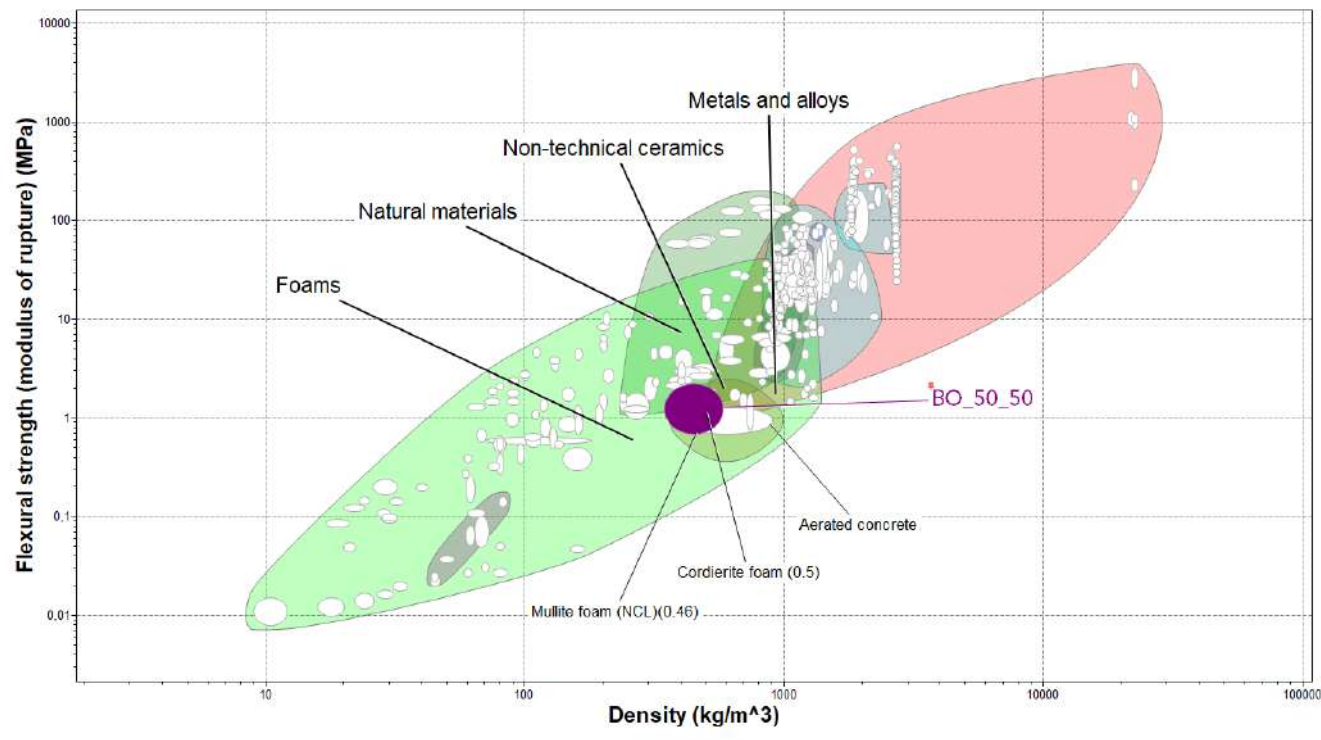


Figura 44: Diagrama de Ashby - Resistencia a la Flexión. Fuente: Elaboración propia

Mediante la relación de Resistencia a la **Tracción** y Densidad se observa que el material sigue estando dentro de las mismas familias (Figura 45). Se compara a los mismos materiales: concreto

aireado y espuma de mutilla (porcelanita). Se observa una leve variación en el sector que abarca el material, se inclina más hacia la familia de los costados (burbuja más ovalada).

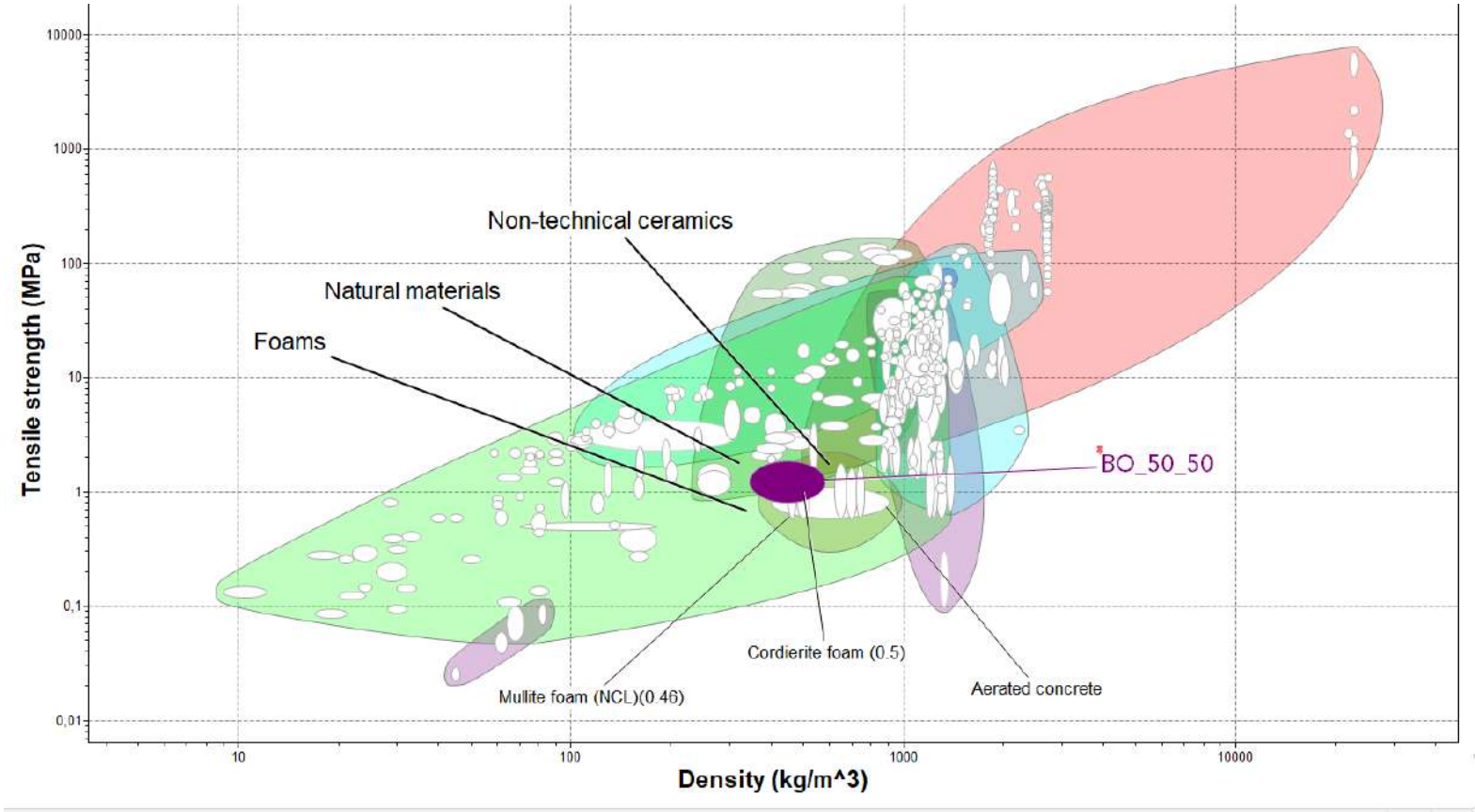


Figura 45: Diagrama de Ashby - Resistencia a la Tracción. Fuente: Elaboración propia

En este diagrama donde se visualizan resultados de acuerdo a la Resistencia a la **Compresión**, se observa que el material está en las mismas familias, pero se acerca a otros materiales (Figura 46). Además de los antes mencionados, se encuentran la espuma de alúmina, espuma de poliuretano rígida y pino estrobo.

Considerando los análisis de los 3 diagramas vistos se infiere que el material BO_50_50 se considera como un material rígido, aireado, dentro de la familia de las espumas y materiales naturales principalmente. Este análisis del programa es coherente de acuerdo a los componentes del material (bioespuma y orujo).

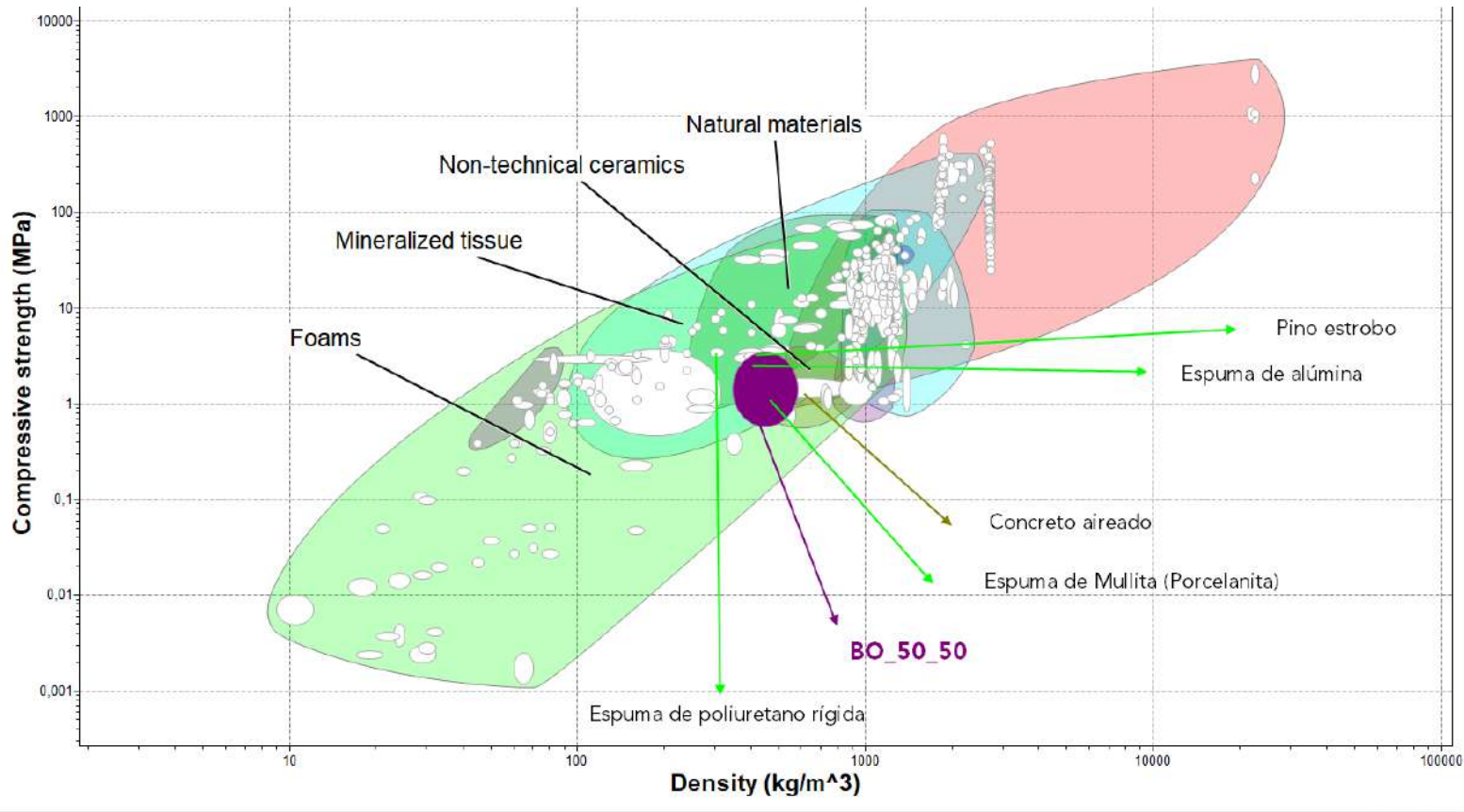


Figura 46: Diagrama de Ashby - Resistencia a la Tracción. Fuente: Elaboración propia

Según lo planteado en el Capítulo II, se consideró relevante comparar los Módulos de Elasticidad (Módulo de Young) obtenidos de las pruebas de Flexión, Tracción y Compresión. Puesto que el material tiene comportamientos muy distintos. Por ejemplo la ductibilidad presentada en el ensayo de Flexión fue un hallazgo inesperado en comparación a la alta Resistencia a la Compresión.

En la Figura 47 se puede observar que el Módulo de Young de los ensayos de tracción y compresión se ubican en el mismo sector, entre las espumas, materiales naturales y elastómeros. Mientras que el dato de Flexión se ubica fuera de las familias de materiales, a la altura de las espumas elastoméricas. Se concluye que el material es rígido, aireado y presenta cualidades ductiles fuera de los rangos de los materiales existentes.

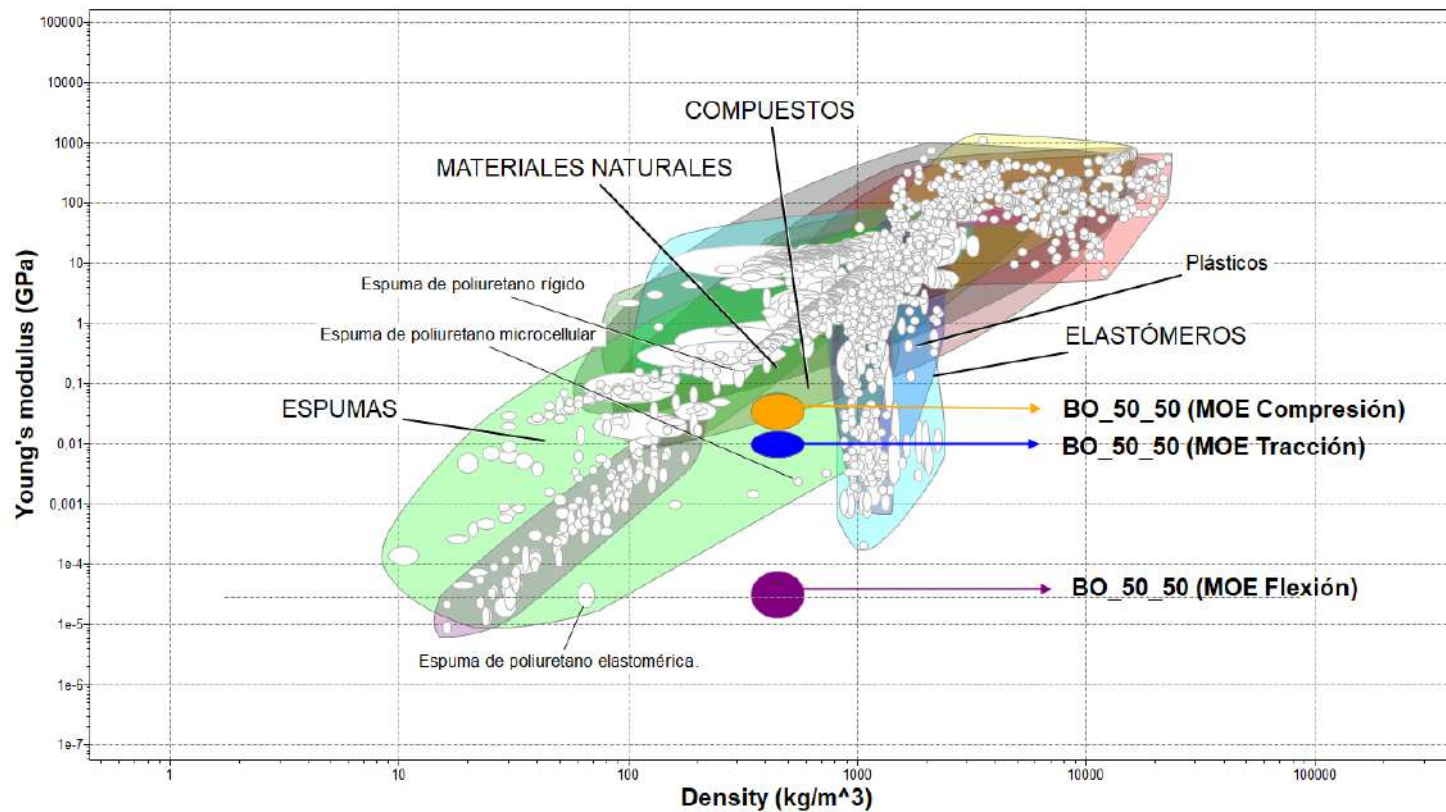


Figura 47: Diagrama de Ashby - Módulos de Young. Fuente: Elaboración propia

2.2 Trabajabilidad, mecanizado y comportamiento con agentes externos

2.2.1 Resultado Ensayos de Mecanizado

A) Perforación

La perforación se pudo realizar sin problemas. El material presenta un leve "astillamiento" y libera una viruta en forma de partículas (Figura 49). De acuerdo a la norma se considera un resultado "Muy bueno" (grado 2)

B) Corte

El primer ensayo se realiza con máquina caladora. El corte se hizo fácilmente ya que el material no presentó ninguna resistencia. Queda una pequeña cantidad de residuo, por lo que se califica en grado 2 (Figura 50).

El corte con corta cartón se condiera con un excelente resultado (grado 1). El material es blando para cortar y deja un corte prolijo, sin residuos (Figura 48).



Figura 49: Ensayo de perforación. Fuente: Elaboración propia



Figura 48: Ensayo de corte con corta cartón. Fuente: Elaboración propia



Figura 50: Ensayo de corte con caladora. Fuente: Elaboración propia

C) Lijado

El material se puede lijar sin problemas, sin embargo, al hacerlo se elimina la capa superficial lisa del material y se comienza a ver la espuma aireada y partículas de orujo. Por lo tanto depende los criterios de uso y terminaciones que se busquen

para usar este proceso de lijado. De acuerdo a la norma la trabajabilidad se califica como "bueno" (grado 3) ya que no queda una superficie completamente lisa por la composición del material (ver imágenes de Figura 51).

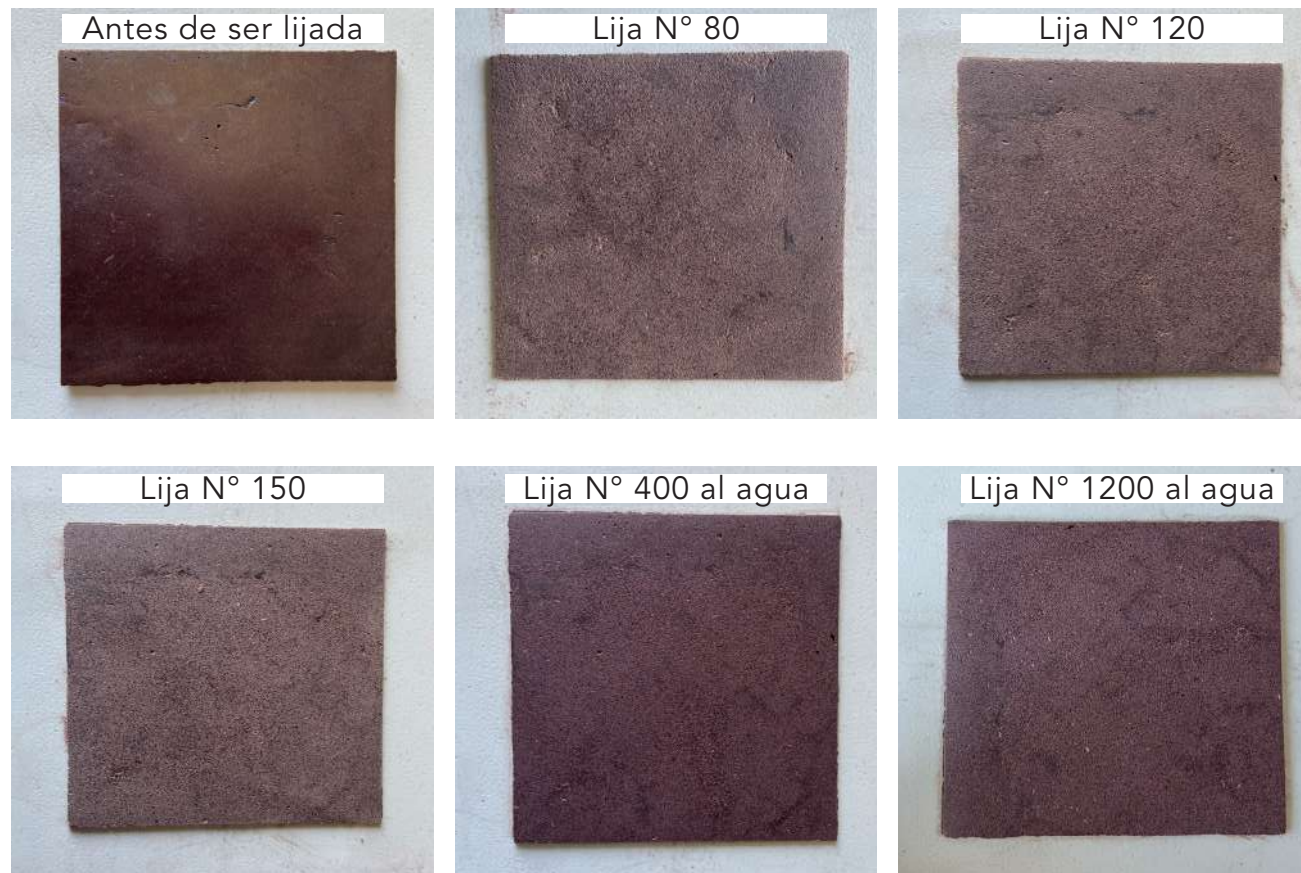


Figura 51: Ensayo de lijado. Fuente: Elaboración propia

Hallazgos del proceso de lijado: Al utilizar lija al agua, se hidrató el material y permitió que se limpiaran de polvo parte de los agujeros del material. Además se evidencia que el material hidratado se vuelve ductil, por lo tanto, se deduce que tiene la capacidad de ser hidroformable.



Figura 52: Prueba de hidroformado. Fuente: Elaboración propia.

Al conocer esta propiedad se realiza una prueba rápidamente y se obtuvieron muy buenos resultados. En la Figura 52 se presenta el material húmedo post-lijado colocándose en un molde cilíndrico y en la Figura 53 su resultado final después de 24 hrs de secado a 30° aprox.



Figura 53: Resultado de hidroformado. Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Observación de material en tierra húmeda en el exterior

En la figura 54 se presenta un registro fotográfico del comportamiento del material sobre tierra húmeda. El registro se realizó durante 5 meses cada 15 días. Se decide dejar en un macetero trozos de material compacto y en el otro macetero trozos

pequeños, pensando que en la práctica el material/producto se deposite en la tierra en partes pequeñas y se aproveche la característica aireada del material. Se consideran las imágenes más relevantes donde se visualicen cambios en el material.



Día 1



Día 15

Figura 54: Material sobre tierra húmeda, día 1 y día 15. Fuente: Elaboración propia



Día 30



Figura 55: Material sobre tierra húmeda, día 30. Fuente: Elaboración propia



Día 45



Día 60



Día 90



Día 120

Figura 56: Material sobre tierra húmeda, días 45, 60, 90 y 120. Fuente: Elaboración propia



DÍA 135



DÍA 150

Figura 57: Material sobre tierra húmeda día 135 y 150. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el material en 30 días tiene una importante cantidad de microorganismos. Los hongos ingresaron al material que estaba dimensionado en trozos pequeños y recorrieron las cavidades de este (Figura 55). Se infiere que el material presenta la materia orgánica suficiente para que el hongo permanezca en el material.

Se llevaría un registro de la masa de las muestras, pero debido a la presencia de ramificaciones de hongos entre la tierra y el material se decidió dejar las muestras en su lugar y observar el comportamiento los siguientes días.

Entre el día 45 y 60 fue difícil visualizar las muestras ya que debido a la alta cantidad de humedad producto de lluvias, crecieron diversas malezas. De este suceso se puede deducir que

el material no afecta el entorno de la tierra, ya que las hierbas crecieron sin problemas de manera silvestre (Figura 56).

Para continuar con el registro se esperó que las malezas se secaran de manera natural y así observar como continuaban las muestras. En el día 90 se pueden volver a observar con claridad. Se encontraron oxidadas y porosas, sin presencia aparente de ramificaciones de hongos.

La exposición a tierra húmeda y rayos UV inciden de manera importante en el color del material. En el día 120 las muestras se encuentran completamente oxidadas. Al tocar el material las partículas se desprenden fácilmente.

El fabricante de la bioespuma indica que ésta se degrada a partir de 2 años y máximo 10. De acuerdo a lo observado se puede inferir que el orujo de uva podría acelerar este tiempo al presentar materia orgánica más fácil de descomponer para algunos microorganismos.

2.2.3 Moldeado y texturas

La silicona es el material que presentó mejores resultados para moldeado en la etapa de exploración de superficies.

En esta actividad se exploraron siliconas con acabados mate, semi-brillantes, brillantes, y sus variaciones. A continuación se presentan los moldes utilizados y sus respectivos resultados (Figura 58 y 59).



Figura 58: Moldes de silicona y resultados. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las imágenes, el material presenta una excelente capacidad de copiar texturas y formas. Si bien es una espuma rígida y porosa, a través de moldes de silicona se genera una capa superficial capaz de lograr acabados mate, brillantes y formas complejas.

La capacidad de moldeado y el fácil desprendimiento del molde sin usar desmoldante es una gran ventaja que presenta el material. Estos resultados indican que se podrían semi-industrializar ciertos procesos de conformado y además ofrece un sin fin de posibilidades de combinaciones con acabados superficiales.



Figura 59: Moldes de silicona y exploración de bajo relieve y texturas . Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Grabado láser

La muestra sometida a grabado láser presenta buenos resultados, se logra un grabado óptimo de color claro y oscuro de acuerdo a la variación de potencia y velocidad.

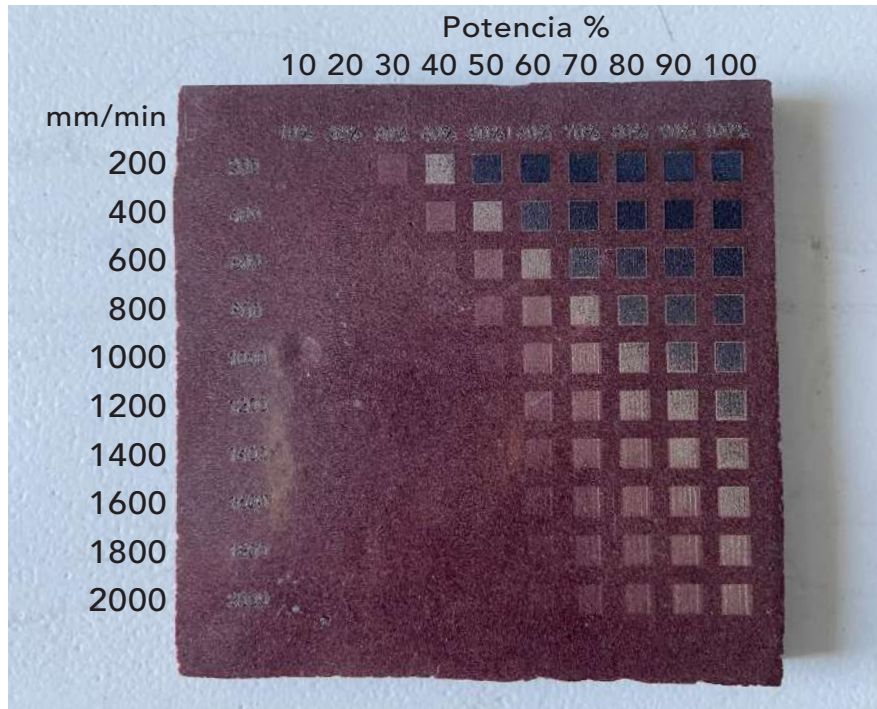


Figura 60: Resultado Test de grabado láser. Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 60 se observa que a mayor velocidad y menor potencia no se distingue un grabado. Se considera que el parámetro más óptimo para un grabado claro es velocidad 400 mm/min y potencia 50% y para un acabado oscuro sigue siendo óptima la misma velocidad pero a una potencia de 90%.

Al ser un material oscuro, se recomienda utilizar el parámetro 400 mm/min al 50% para lograr una terminación clara y el grabado resalte más. Sin embargo, depende de las aplicaciones que se quieran lograr. Incluso se podría aprovechar la característica del color "burdeo oscuro" que presenta el material, ya que permite un grabado "rosa" en varios parámetros, como a 600 mm/min a 50% por ejemplo.

Se decide probar grabado de letras con el parámetro que logra un color claro para observar si tiene el mismo resultado. Se realiza un archivo con letras de altura 10, 5 y 2,5 mm.



Figura 61: Resultado Test de grabado de letras 1. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 61, utilizando ese parámetro no se logró un color claro. Se infiere que sucede porque la zona de grabado es más pequeña y se concentra más la potencia. Por lo cual se decide realizar una prueba con nuevos parámetros para definir cuáles son óptimos para tipografías.

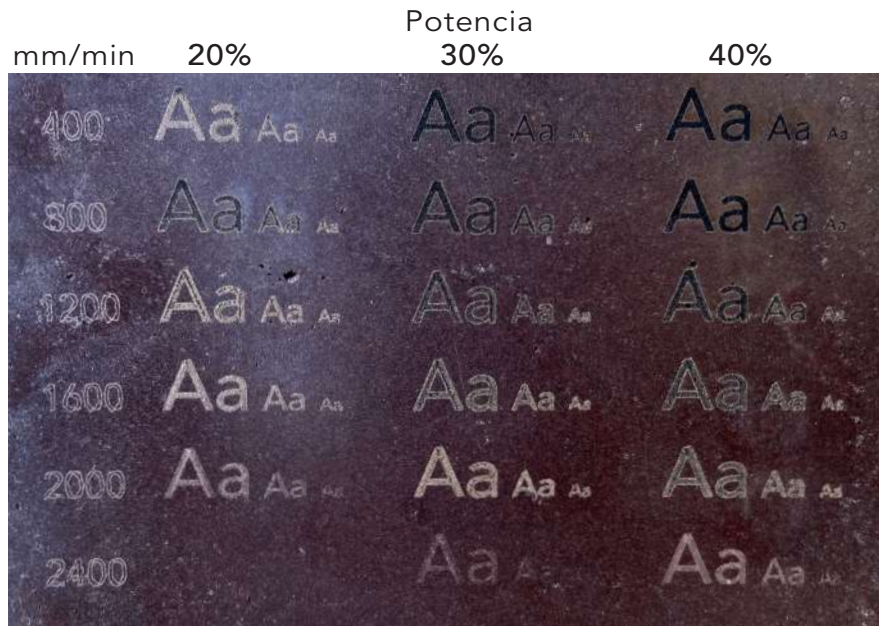


Figura 62: Resultado Test 2 de grabado de letras 2. Fuente: Elaboración propia

Para la prueba 2 se utilizó velocidad 400, 500, 1200, 1600, 2000 y 2400 mm/min y 3 variaciones de potencia, 20%, 30% y 40%.

Con estos parámetros (Figura 62), se observa que existe una importante variación de acuerdo a los resultados del Test de Grabado. Se puede decir que para grabado de tipografías es óptimo utilizar 1600 mm/min al 20% ó 400 mm/min al 20% para un grabado "blanco". Y para un grabado "negro" 400 mm/min al 40%, ya que estos presentan bordes definidos y buena legibilidad en las letras.

Estos resultados se obtuvieron ocupando una máquina láser Ortur 2 de 15W, por lo cuál su potencia es menor a una máquina industrial. Se recomienda evaluar qué formas se grabarán y considerar que si son líneas delgadas la potencia debe ser menor.

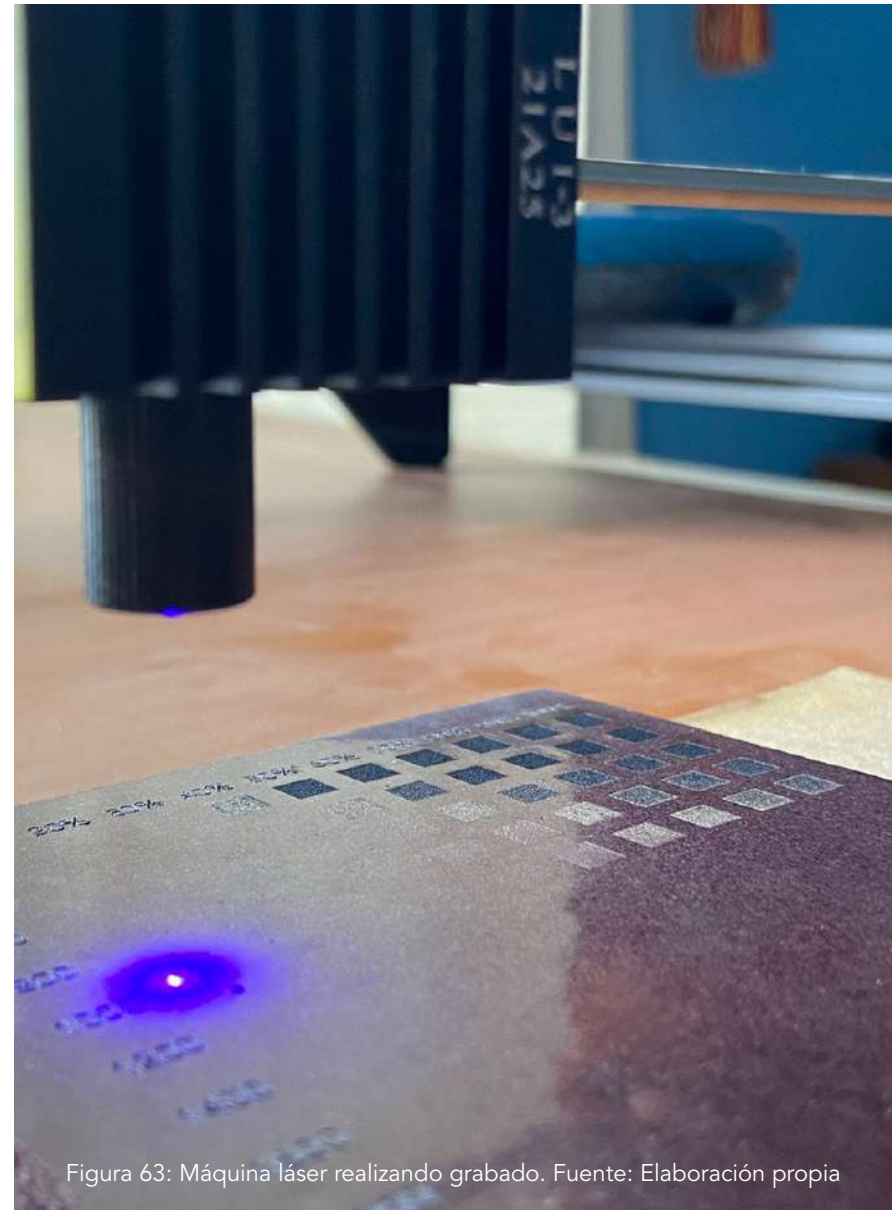


Figura 63: Máquina láser realizando grabado. Fuente: Elaboración propia

2.3 Caracterización experiencial mediante metodología “Material Driven Design”

En el Capítulo II se explica en detalle el Kit Ma2E4, el cual fue desarrollado en una encuesta digital para entrevistar a 60 personas. A continuación se presentan imágenes de los encuestados interactuando con el material, los lugares donde se realizaron las encuestas y una breve descripción del lugar y la relación con este proyecto. La muestra que se utilizó para hacer las encuestas se presenta en la Figura 64.

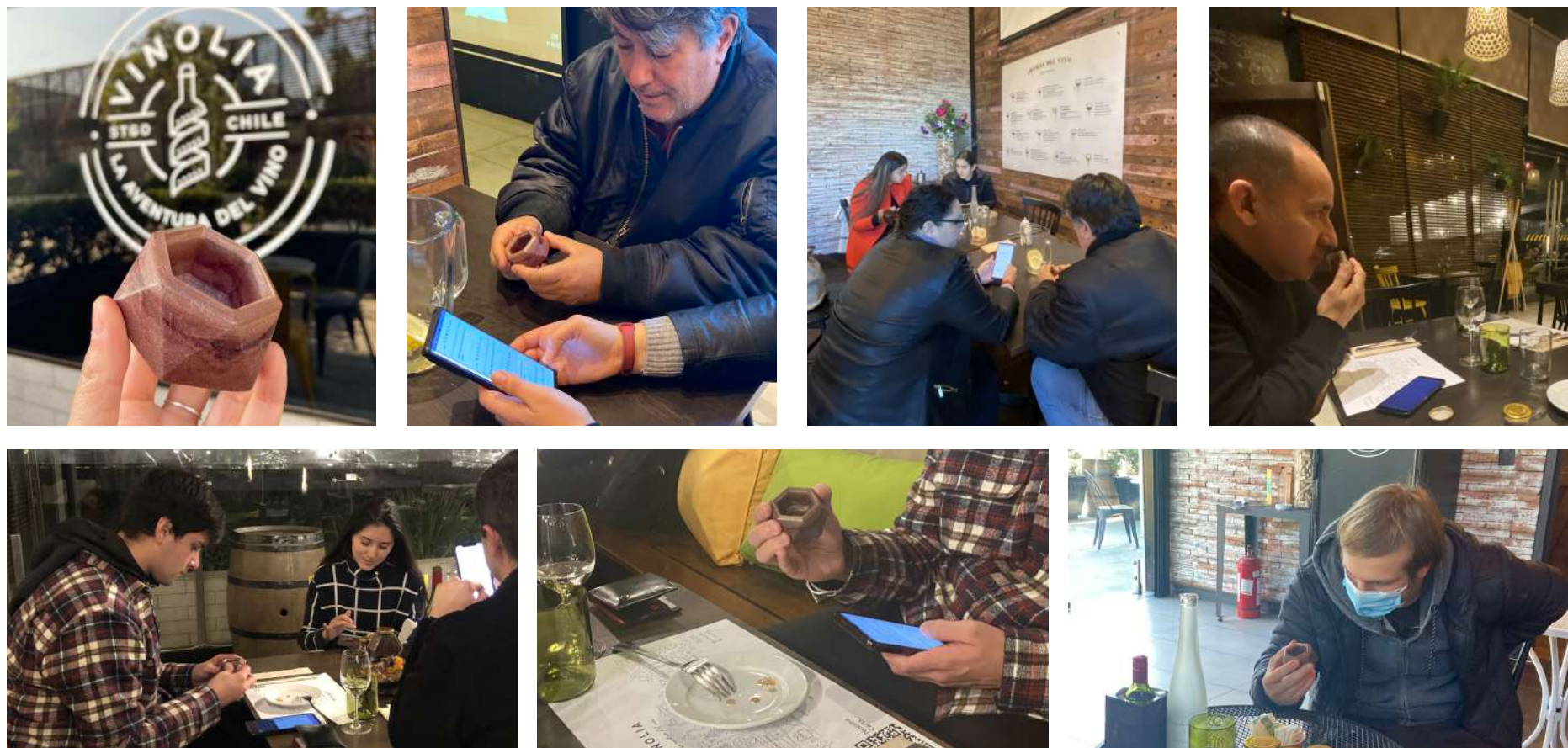
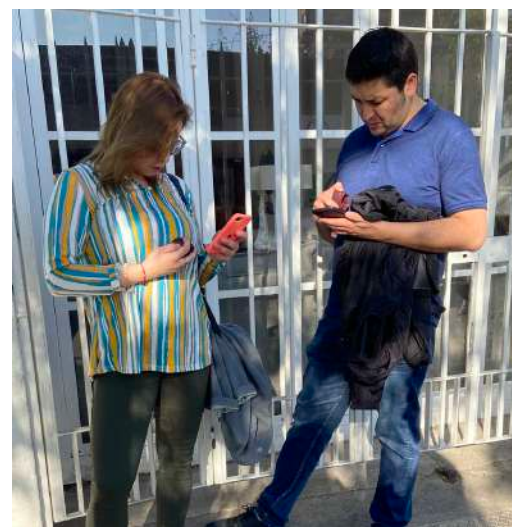


Figura 64: Muestra y Encuestados interactuando con el material biobasado. Fuente: Elaboración propia



1. Vinolia

“La Aventura del Vino”. Vinolia es un Restaurant y tienda especializada en vinos chilenos. Se ubica en la comuna de Vitacura, RM. Cuenta con un auditorio donde realizan experiencias, como Cata de Vinos a Ciegas, Cata tradicional, entre otras. Se realizan encuestas a personas que acuden a este lugar, ya que son “posibles usuarios” para este proyecto (Figura 65).



2. La Cava del Sommelier

Tienda de licores, donde su principal producto a la venta es el vino. La empresa está ubicada en el Barrio Italia, en la comuna de Providencia.

Se realizan encuestas un día Sábado afuera de la tienda. Ese día circulaban muchas personas ya que el sector se caracteriza por alta presencia de bares, restaurantes y tiendas especializadas. Es por eso que no sólo se realizó la encuestas a personas que acudían a la tienda, sino, quienes circundaban el sector, siendo también posibles usuarios.

Figura 65: Encuestados en Barrio Italia. Fuente: Elaboración propia



Figura 66: Publicación de Instagram de la Fundación Matter of Trust Chile. Fuente: Recuperado de MOT Chile, 2022



Figura 67: Asistentes a la feria interactuando con el material. Fuente: Elaboración propia.

3. Feria Sustentable de la Universidad San Sebastián

En Octubre del año 2022 se llevó a cabo la Feria de Emprendimientos Sustentables donde acudieron emprendimientos externos e internos de la Universidad.

Fue posible asistir a realizar encuestas y mostrar el proyecto gracias a la colaboración con la Fundación Matter of Trust Chile, quienes trabajan con residuos, principalmente con pelo humano en el sector agrícola (Figura 66). Se proyecta mantener un vínculo colaborativo en función de la valorización de residuos. En esta feria se encuesta al grupo 3: "personas con interés en el cuidado del medio ambiente". Se les entregó la muestra y contestaron de manera digital (Figura 67).



Figura 68: Asistente a la exposición respondiendo encuesta. Fuente: Elaboración propia



Figura 69: Exposición en el Hall de la Facultad. Fuente: Elaboración propia

4. Exposición "Diseño y Nuevas Materialidades" del Laboratorio de materiales biobasados de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.

Esta exposición se realizó dentro de las actividades del mes del Diseño en el Hall de la Facultad (Figura 69). Allí se evidenció el trabajo académico que se desarrolla en torno a los residuos y el desarrollo de biomateriales o materiales biobasados.

Este proyecto fue parte de la exposición y de un sector interactivo donde asistentes respondieron la encuesta digital (Figura 68). Respondieron la encuesta el grupo 2 y 3 de este proyecto. El primer grupo corresponde a estudiantes de Diseño y Diseñadores y el segundo a personas con interés en el cuidado del medio ambiente.

5. Workshop Material Driven Design por Valentina Rognoli y Patricia Bolzan

Las académicas del Politécnico di Milano visitaron Chile en marco del Proyecto FONDECYT "Caracterización experiencial de las maderas nativas de Chile" llevado a cabo por el Doctor en Diseño, Ruben Jacob.

Valentina Rognoli es una de las autoras de la metodología MDD, tal como se presenta en la Revisión de la Literatura, por lo que ésta instancia de conocimiento e interacción se aprovechó al máximo (Figura 70).

En el workshop, además de enfatizar en la metodología, se realizaron encuestas sobre características perceptuales del material a los tesisistas de la carrera de Diseño que asistieron a este encuentro (Figura 71).



Figura 70: Retroalimentación con la profesora Valentina Rognoli. Fuente: Elaboración propia



Figura 71: Grupo de estudiantes encuestados. Fuente: Elaboración propia



Figura 72: Grupo de estudiantes de Proyecto VI respondiendo encuesta. Fuente: Elaboración propia

6. Encuesta a estudiantes de Proyecto VI de la Carrera de Diseño industrial y Servicios de la Universidad de Chile

Gracias a la disposición de la profesora a cargo del curso, Andrea Wechsler, se generó una instancia para que los estudiantes respondieran la encuesta. Se llevó a cabo en una sala de clases, por lo que en esta ocasión se imprimió la encuesta para que los estudiantes la desarrollaran de manera más amigable. Los estudiantes de Diseño se enmarcan dentro del grupo 2 de los encuestados (Figura 72).

Análisis de resultados de la encuesta perceptual

Al observar las respuestas de los 3 grupos encuestados se observa que no hay una variación significativa en sus respuestas, por lo cual se analiza el Nivel Sensorial, Afectivo e Interpretativo considerando todas las respuestas. En la Tabla 25 y en la Figura 73 se presentan los resultados.

I. Nivel Sensorial: ¿Cómo se describe el material?

Tabla 25 | Resultados Nivel Sensorial.

I. Nivel Sensorial						
	2	1	0	1	2	
suave	37	16	4	2	1	rugoso
duro	31	11	10	6	2	blando
mate	3	2	13	26	16	brillante
no reflectante	12	9	13	21	5	reflectante
frío	5	16	23	15	1	cálido
no elástico	50	6	1	2	1	elástico
opaco	43	12	5	0	0	transparente
rígido	41	10	5	3	1	flexible
irrompible	15	22	10	11	2	quebradizo
liviano	53	6	0	1	0	pesado
textura irregular	38	12	6	4	0	textura irregular
no fibroso	48	5	4	3	0	fibroso
inoloro	1	4	10	18	27	colorido
inoloro	16	9	8	13	14	oloroso

Fuente: Elaboración propia

II. Nivel Afectivo: ¿Qué emociones provoca el material?

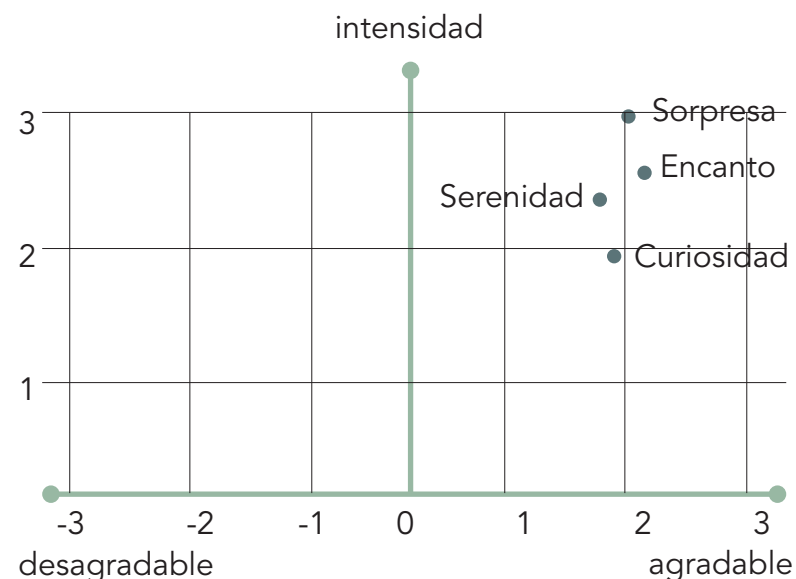


Figura 73: Resultados Nivel Afectivo. Fuente: Elaboración propia

III. Nivel Interpretativo: ¿Qué significado tiene el material?



Figura 74: Nube de palabras Nivel Interpretativo. Fuente: Elaboración propia

IV. Reflexiones de los encuestados

¿Cuál es la característica más agradable?

“La suavidad y pequeñas variaciones de tonalidades”

“Su color y tramado fluido, me recuerda a una perla”

“La gradación de colores como piedra”

“Lo liviano que es al manipularlo, se me hace muy cómodo interactuar con él”

¿Cuál es la característica más perturbadora?

“La diferencia de su peso en relación a su aspecto”

“Porosidad entre las zonas lisas (imperfecciones)”

“Que el material parezca plástico”

“Lo liviano y hueco”

“No hay, me encanta”

¿Cuál es la característica más única del material?

“Su color”

“Liviandad y posibilidad formal”

“La combinación de liso/liviano”

“Limpio”

“Peso y estética, esa relación es sorprendente”

“Las vetas con tonos más oscuros”

“Color, las rayas se parecen a una piedra cortada exponiendo los minerales que la conforman”

Conclusiones de los resultados

En el Nivel Sensorial (Tabla 25), cada valor que se encuentra en la casilla corresponde a la cantidad de personas que seleccionó esa opción. Se observa que las características con mayor tendencia son **liviano** (88%), **no elástico** (83%), **no fibroso** (80%), **opaco** (72%) y **rígido** (68%). Luego siguen características como suave (62%) y textura regular (63%).

En el Nivel Afectivo se identificaron las cuatro emociones con mayor cantidad de respuestas (Figura 73). Estas emociones son **Serenidad, Curiosidad, Encanto y Sorpresa**. Las cuatro se ubican en un nivel de agrado alto y mediana-alta intensidad. Este resultado se relaciona con las reflexiones de los encuestados. Una de las características más únicas que describieron del material es la relación de su liviandad con la apariencia/estética. Se deduce que las emociones Curiosidad y Sorpresa responden a esa característica del material. También el factor Sorpresa se observó en la cara de las personas cuando veían por primera vez el material.

En cuanto al significado que se le otorga al material en el “Nivel Interpretativo” hay una importante tendencia sobre el concepto **Elegante**, específicamente un 43% de las respuestas seleccionaron este concepto (Figura 74). También visualizan al material como Limpio, Futurista, Acogedor, Natural y Sexy.

Todos los conceptos y tendencias presentadas en el análisis permiten entender cómo las personas perciben este nuevo material biobasado. Parte de los datos hallados se presentan en la conceptualización para aplicaciones de Diseño en la próxima Etapa.

Etapa 3: Validación de material a través de aplicaciones de diseño

3.1 Análisis de entorno local

Valle del Choapa

La Provincia del Choapa se caracteriza por su trabajo agrícola y minero. Según el Anuario de la Minería Chilena del año 2020, la Región de Coquimbo es la tercera a nivel país en producir cantidad de cobre. También se evidencia que solo 3 regiones del país trabajan el cuarzo. Siendo la Región de Coquimbo la primera de norte a sur, luego sigue Valparaíso con cuarzo rosado y el Maule. En el caso de la Región de Coquimbo, esta actividad se desarrolla en la Provincia del Choapa (Figura 75).

Se puede decir que una de las características que más se destaca esta zona es su distinta geomorfología. En el Valle del Choapa se encuentra una legendaria montaña con más de 2.000 metros de altura. Fue declarada Santuario de la Naturaleza el año 2018, ya que ésta área es una reserva natural ubicada en el Hospost de Biodiversidad de Chile, reconocido mundialmente como de importancia global para la conservación de la biodiversidad. Hay aproximadamente 1500 especies endémicas y al menos el 70% de su hábitat original se ha perdido según datos del Consejo de Monumentos Nacionales de Chile (2018). Esta montaña recibe el nombre "Raja de Manquehua" (Figura 76) ya que corresponde a un área denominada Falla Manquehua que se extiende por 50 km y está dividido por una gran grieta o fractura cuya profundidad aún no se ha establecido. Esto ha dado lugar a muchas leyendas, especialmente sobre rituales mágicos.

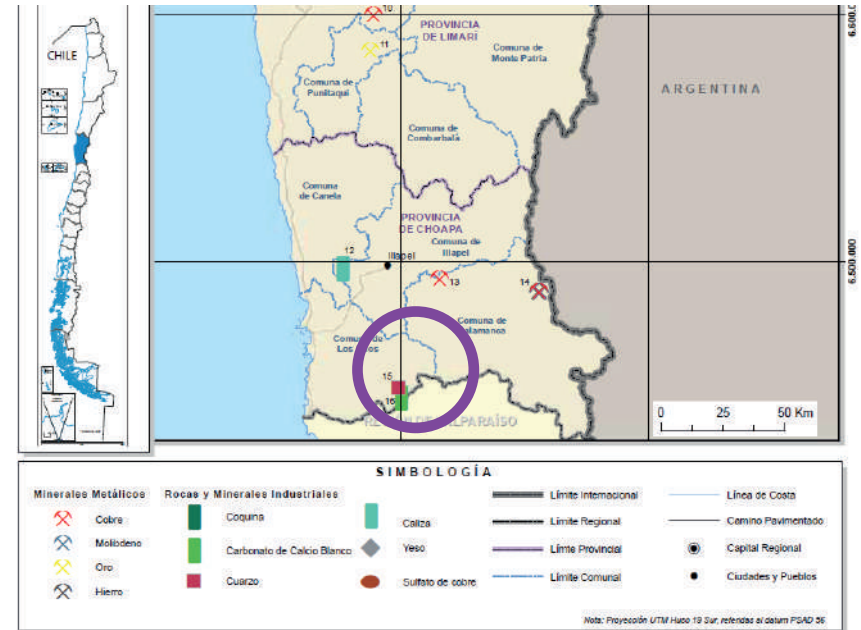


Figura 75: Minerales presentes en la Región de Coquimbo.
Fuente: Anuario de Minería, 2020



Figura 76: Raja de Manquehua
Fuente: Minera Tres Valles, 2021

Prehistoria del Valle del Choapa.

Hoy en día se trabaja la explotación de minerales en su mayoría de manera industrial y cada vez son menos los pirquineros. Es importante conocer cómo trabajaban antes las antiguas civilizaciones y entender patrones que siguen prevaleciendo o se dejaron de realizar. Para esto se elaboró el diagrama que se muestra en la Figura 77, que resume la Prehistoria del Valle del Choapa.

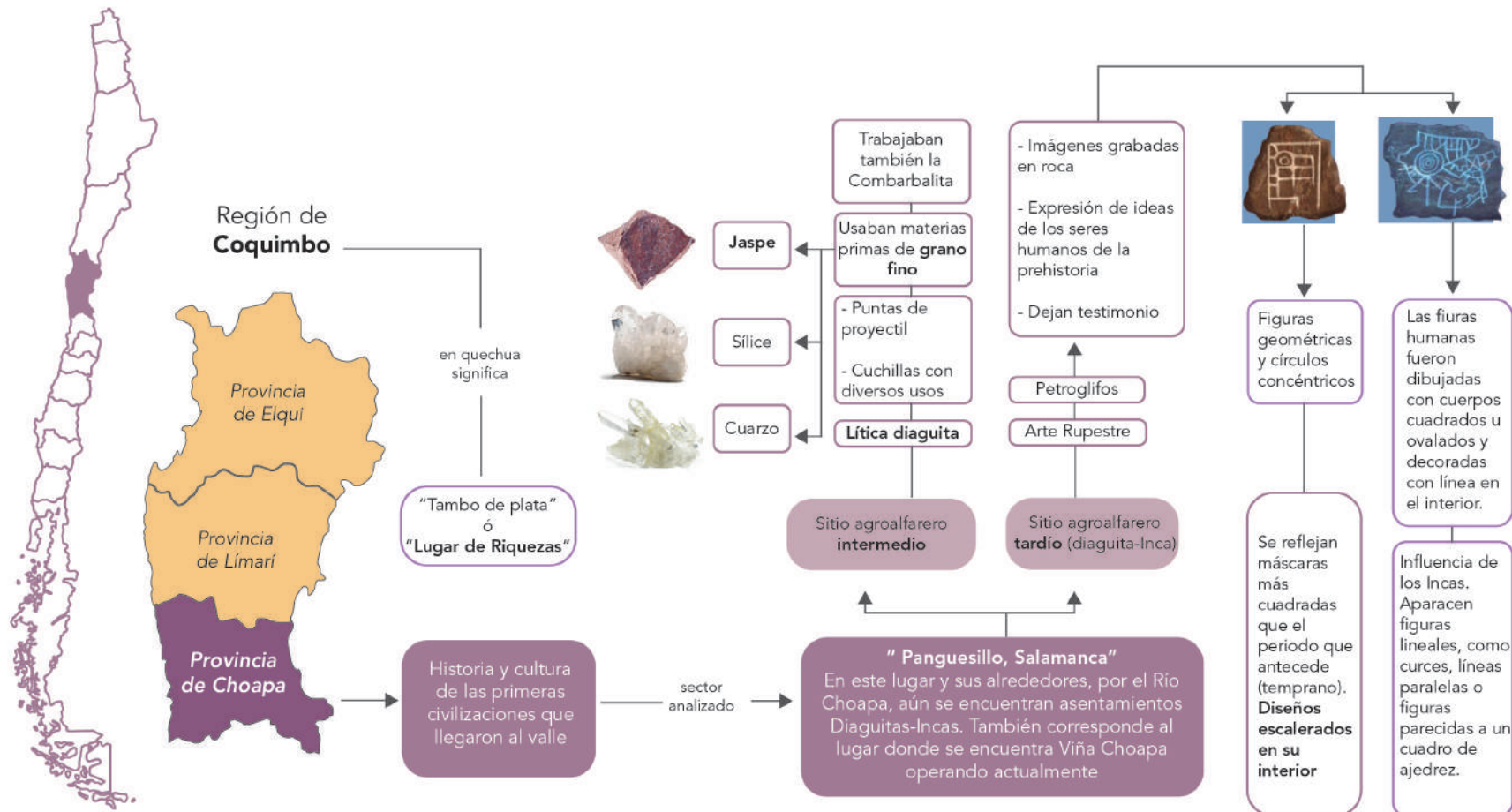


Figura 77: Diagrama de la Prehistoria del Choapa. Fuente: Elaboración propia a partir de Codelco (2011)

3.2 Desarrollo de propuesta conceptual

3.2.1. Conceptualización

Características perceptuales del material biobasado

Localidad: Valle del Choapa
Zona agrícola y minera

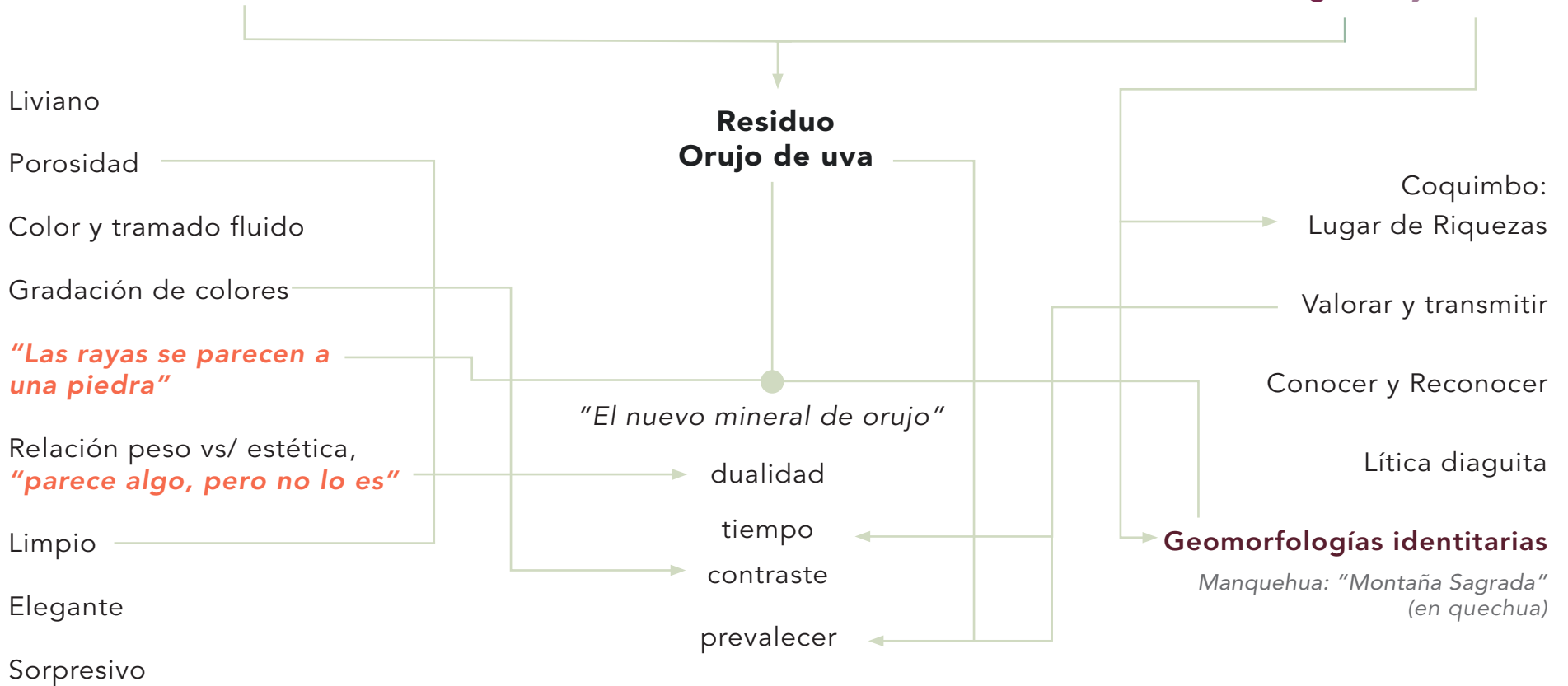


Figura 78: Diagrama de la conceptualización de características perceptuales y elementos del Valle del Choapa. Fuente: Elaboración propia

Identidad del material

“**Prevalencia dual**” tiene relación con las características del material biobasado y con su origen.

El material presenta la característica de ser rígido y poroso pero a la vez capaz de tener un acabado superficial liso, homogéneo y brillante (dualidad). La relación “peso” y “estética”, que señalan los encuestados responde a la dualidad igualmente.

El concepto “prevalencia dual” también alude al ciclo de vida del **orujo de uva**. Ya que éste es considerado un residuo en el proceso de elaboración del vino. Ahora, es un **recurso valioso**, sigue prevaleciendo en otro formato, mediante el material biobasado desarrollado en este proyecto. Además el material se relaciona con elementos característicos de la zona, como Manquehua y **minerales** que se ocupaban en la antigüedad como el jaspe.

Se decide establecer un carácter para el material, considerando su composición y los significados otorgados por los encuestados en el Nivel Interpretativo del MDD.

Se rescata lo “**Elegante**” y “**Limpio**” para desarrollar el logo del material. Estos conceptos se utilizan como criterio para la tipografía a utilizar.

Al buscar un nombre para el material se considera la dualidad, “2 partes” o “**2 características**” y se utiliza el prefijo “**bi**”. Para el resto, se considera parte de la palabra orujo, se toma “**oru**”, dando entonces, el nombre de “**Bioru**”, también se puede traducir que alude a lo “**bio**”, concepto que está relacionado a los seres vivos y la biología.



Figura 80: Tipografías exploradas
Fuente: Elaboración propia



Figura 81: Paleta de colores del orujo de uva
Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Identificar usuario de producto

Como se plantea en los objetivos de este proyecto, se decide incorporar una aplicación de diseño dentro el área vitivinícola para valorizar este residuo. Que se comience a hablar sobre los procesos que existen antes de que llegue el vino a la mesa y de qué manera se puede aprovechar el orujo de uva.

Se visitan 2 tiendas especializadas en vinos: CAV (Club de Amantes del Vino) (Figura 82) y El Mundo del Vino (Figura 83). Su visita permitió averiguar cuáles son los accesorios que ofrecen para el acto de disfrutar un vino, cuáles son los más vendidos y observar materialidades de los productos.



Figura 82: Tienda "CAV" - Entrevista a Álvaro. Fuente: Elaboración propia

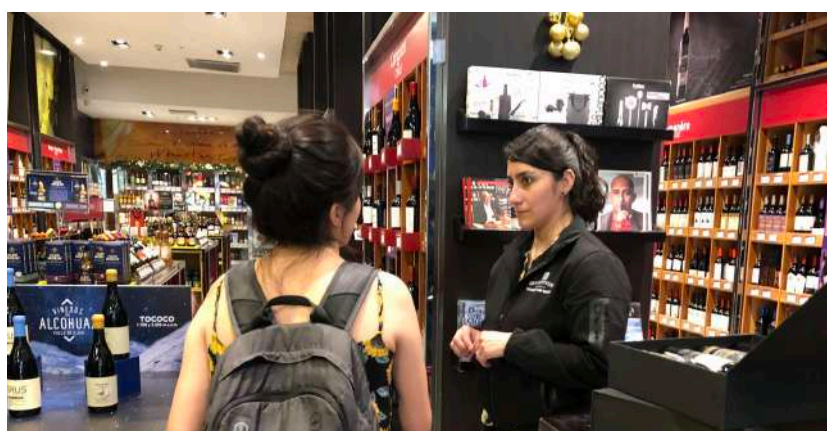


Figura 83: Tienda "El Mundo del Vino" - Entrevista a Vanessa. Fuente: Elaboración propia

Según detalla Álvaro, vendedor de tienda "CAV", lo más buscado son los descorchadores. Existe una tendencia hacia los descorchadores eléctricos, donde Álvaro también explica que son una buena alternativa para adultos mayores que no pueden hacer mucha fuerza o movimientos por enfermedades como la artritis (Figura 84).

Dentro de los productos que suelen buscar más en verano son los enfriadores de vino, CAV cuenta con mantas de hidrogel "Cooler wine" (Figura 86) y una bolsa de plástico donde se le añaden hielos, se conoce como "Ice bag" (Figura 85).

En la tienda "El Mundo del Vino" tienen los mismos productos, pero ofrecen una variedad más alta de colores de mantas de hidrogel.



Figura 85: Ice Bag. Fuente: Elaboración propia



Figura 84: Sector de accesorios en tienda CAV. Fuente: Elaboración propia



Figura 86: Manta de hidrogel en pack de accesorios. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información recogida se evidencia que no hay muchas alternativas en términos de accesorios en estas tiendas. La mayoría de los productos tiene un packaging de plástico e incluso el mismo producto, como "Ice bag", una bolsa para enfriar vinos.

Se detecta la oportunidad de ofrecer un producto que tenga una **identidad y le entregue un carácter a la botella de vino**. Si bien el enfriador plástico cumple en su función práctica, proviene de fuentes fósiles y carece de una identidad, mostrándose de manera genérica.

La temperatura ideal para tomar un vino tinto "joven" es entre 10° C y 14° y un gran reserva entre 16° C y 18° C, mientras que los vinos blancos se beben entre 7° C a 9° C. Es por esto, que se busca **desarrollar un contenedor aislante para botellas de vino que permita mantener estas temperaturas ideales por un tiempo acorde a la experiencia de compartir un vino**.

Si bien en el desarrollo de este proyecto no se contó con el equipo para realizar pruebas aislantes, los resultados de los ensayos mecánicos junto al **análisis realizado mediante el programa GRANTA EduPack** (Ansys Granta EduPack, 2019) **indican que el material cuenta con propiedades aislantes dada su morfología aireada**. El material se compara con materiales aislantes según densidad, como por ejemplo el poliuretano de alta densidad y el concreto aireado. Cabe destacar que un objeto fabricado con **el material biobasado puede estar en contacto con el agua sin presentar hinchamiento ni deformación, por lo que su capacidad de resistencia al agua se ve como una ventaja y potencial función**. Sin embargo, en formato laminar, este puede presentar grados de deformación y capacidad de hidroformado.

A continuación, en la Figura 87, se presenta un Moodboard que muestra algunos contenedores de botellas vino que existen en el mercado.



Figura 87: Moodboard de contenedores aislantes para botellas de vino. Fuente: Elaboración propia

Usuario

Amante del vino



Son aquellas personas aficionadas al mundo del vino. Disfrutan de experiencias gastronómicas en compañía de amigos y familia.

Les gusta disfrutar del enoturismo a lo largo del país. Conocen el entorno donde se ubica la viña, historia, viñedo y las actividades que el sector pueda ofrecer. Está dispuesto a pagar un valor más alto si algo le parece novedoso o innovador.

Interés en el cuidado del medio ambiente



Personas que entienden que el planeta atraviesa una crisis climática y están cambiando la manera en que consumen.

Prefieren productos amigables con el medio ambiente y están dispuestos a pagar un poco más por un producto que tenga una huella de carbono menor o no provenga de fuentes fósiles.



3.3 Elaboración de prototipo

3.3.1 Bocetos: Contenedor aislante para vinos

A partir del concepto "Prevalencia Dual" y subconceptos que provienen de la percepción de las personas como elegante, limpio, sexy, futurista y acogedor, se desarrollan bocetos presentados en la Figura 88:

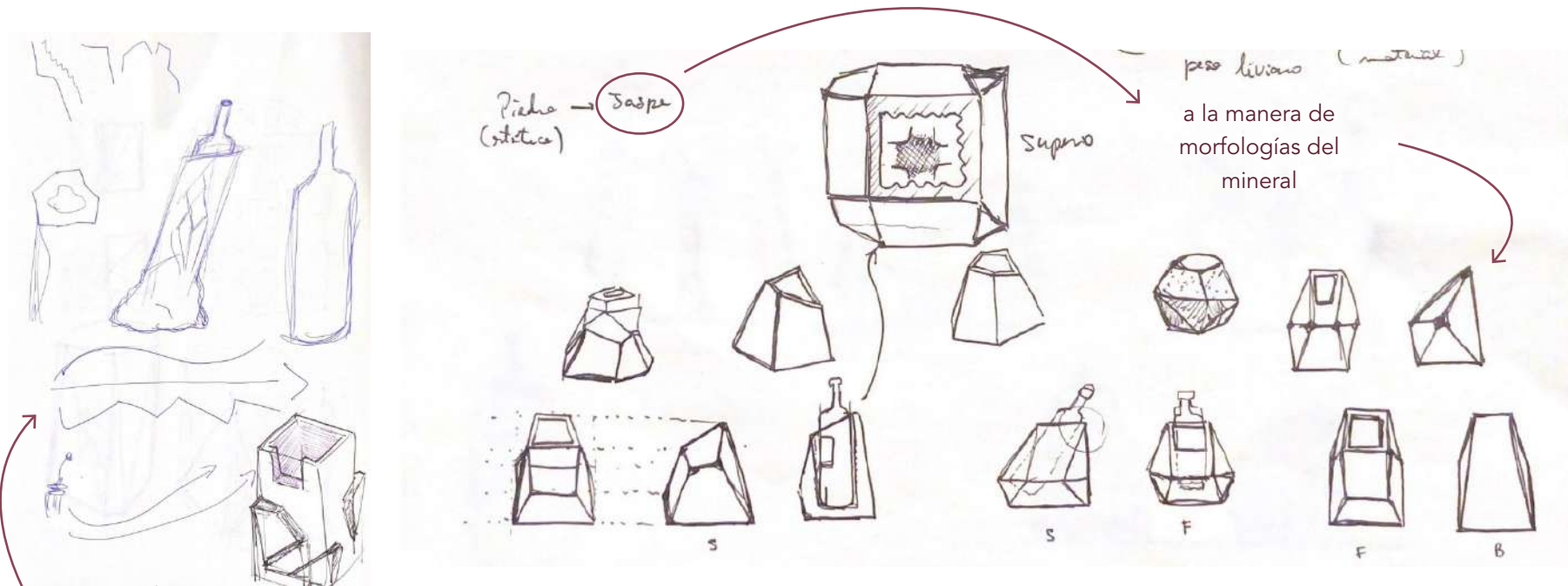
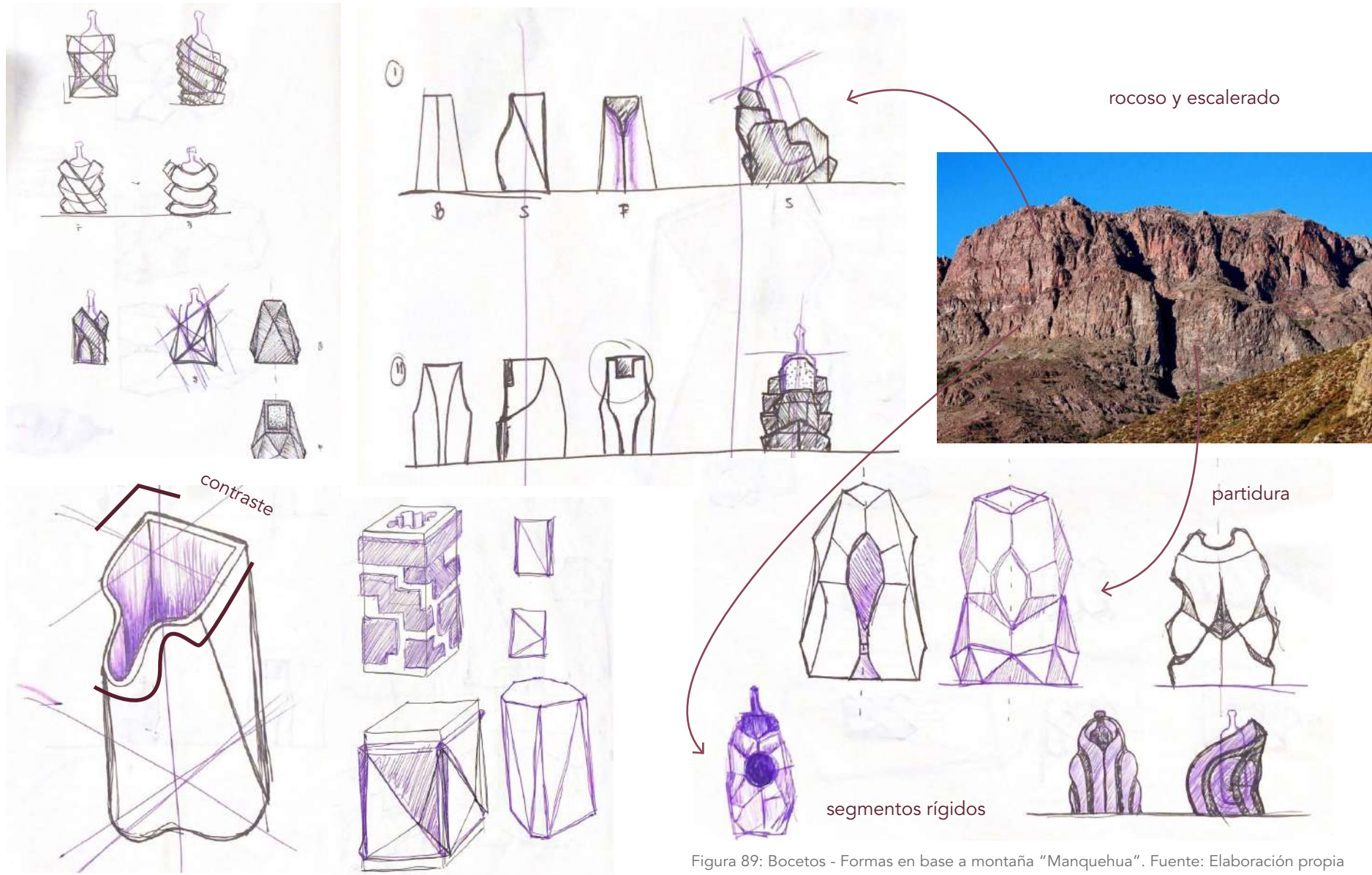


Figura 88: Bocetos iniciales.
Fuente: Elaboración propia



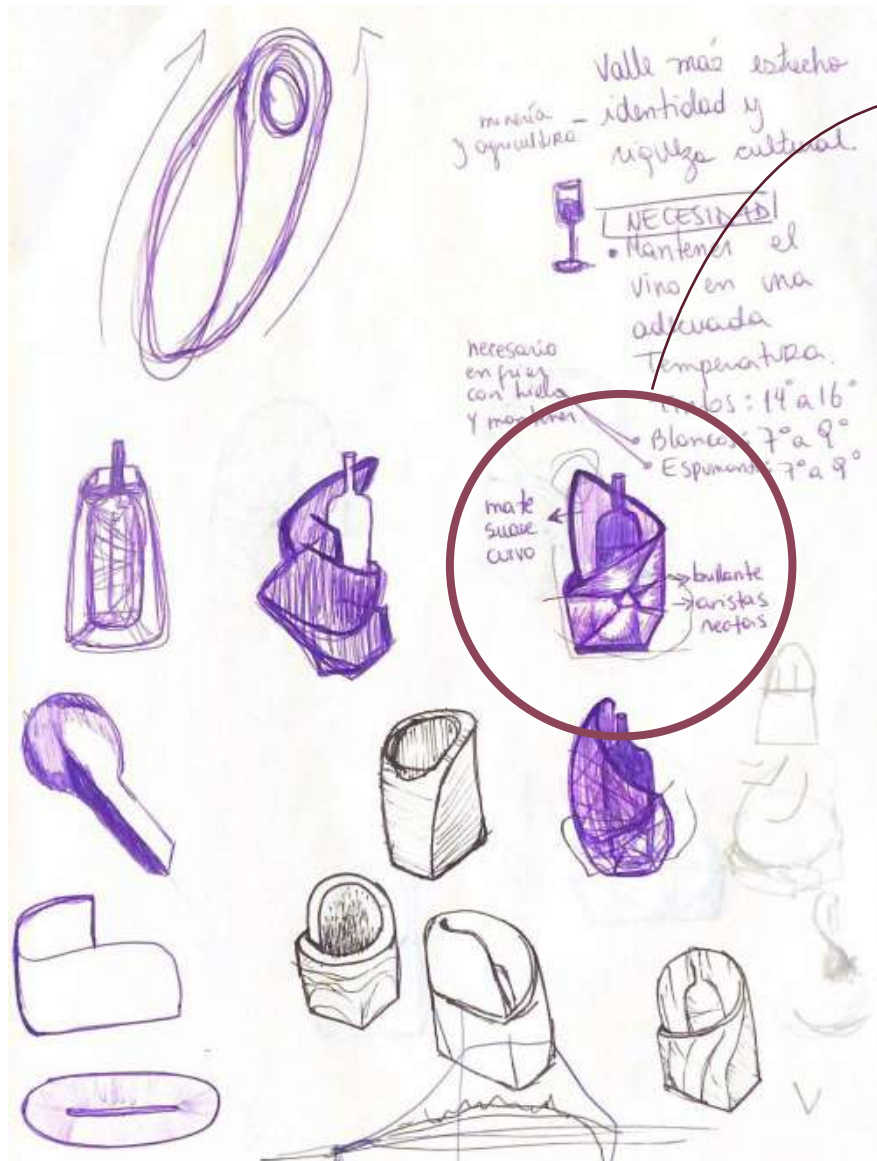


Figura 90: Bocetos finales. Fuente: Elaboración propia

Se llega a una forma que presenta bordes rígidos y definidos en la parte inferior del contenedor y en la parte superior se busca una forma orgánica que "envuelva o contenga" a la botella.

Para lograr un prototipo con la forma que se busca y las dimensiones acordes a una botella de vino estándar de 750 ml se realizan modelos en el software Blender y se van explorando formas hasta llegar al modelo que responde al concepto.

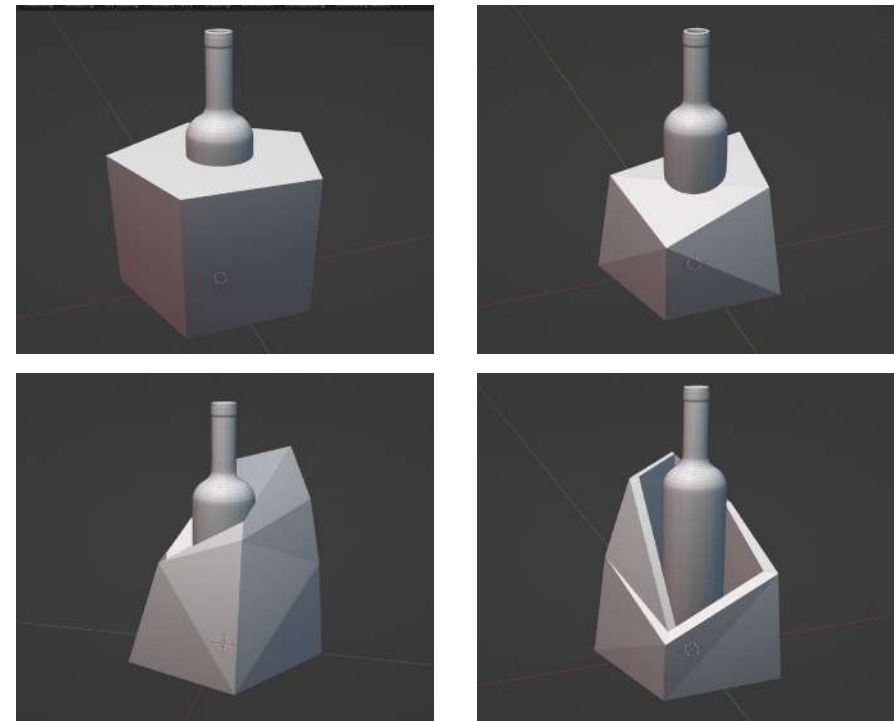


Figura 91: Proceso de modelado 3D. Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Prototipo final

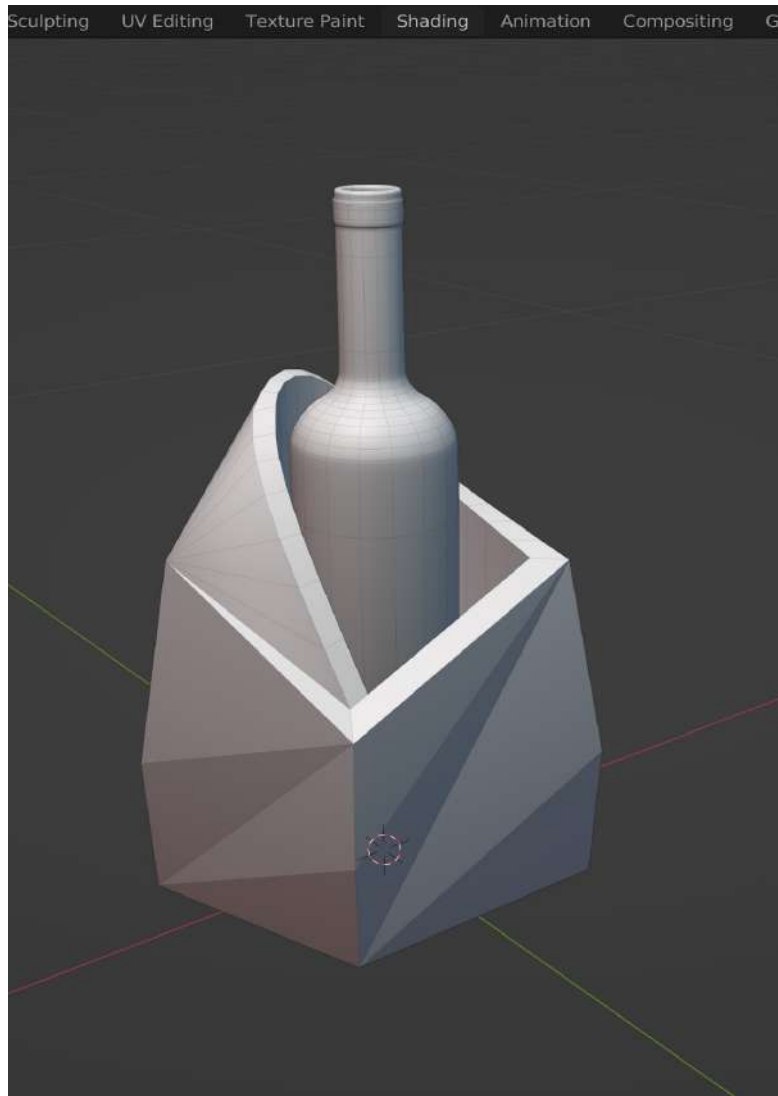
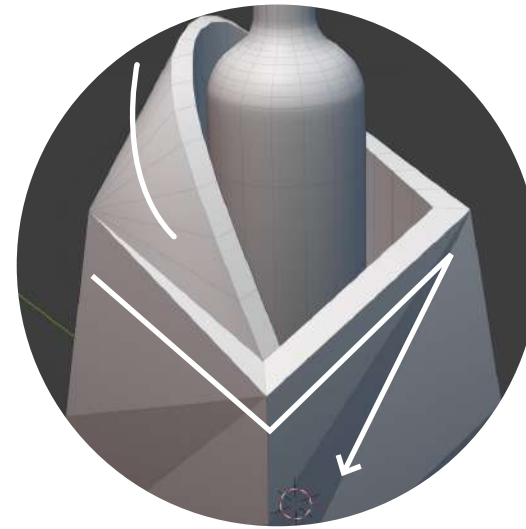


Figura 92: Prototipo final. Fuente: Elaboración propia

Prevalencia dual



El modelo presenta aristas definidas representando lo **elegante** y **limpio** mediante la abstracción de formas **rocosas puntiagudas**.

En la parte superior se realiza una **forma curva** que representa lo **acogedor**.

La unión entre la parte inferior del contenedor con la curva superior se realiza de **manera escalerada**, representando así características de la **montaña Manquehua**.

Bioru



Figura 93: Render de contenedor en uso. Fuente: Elaboración propia

Contenedor aislante para vinos



Figura 94: Render de contenedor sostenido entre manos. Fuente: Elaboración propia

Dimensiones

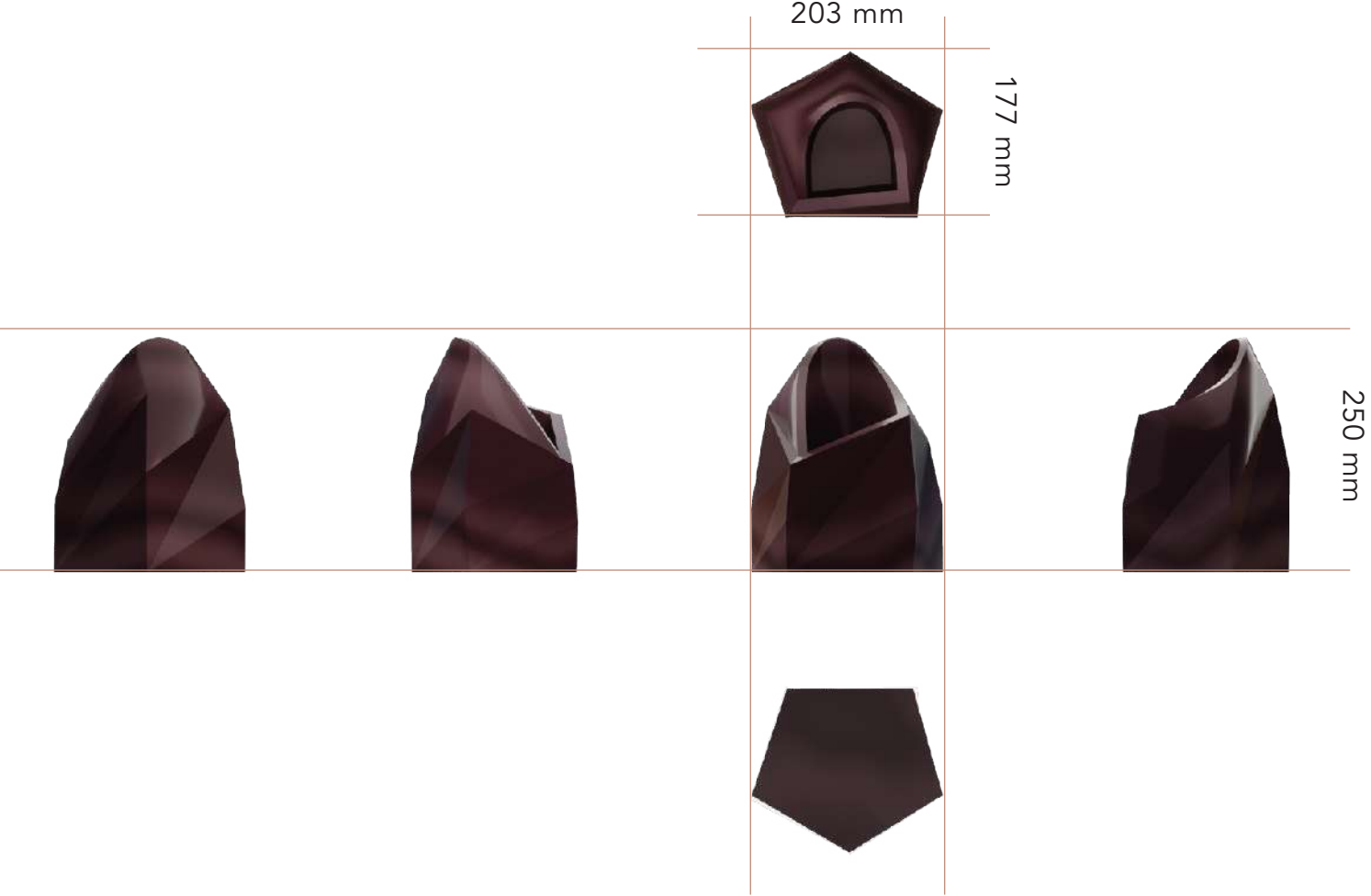


Figura 95: Dimensiones contenedor. Fuente: Elaboración propia

El color en el vino

“El color del vino tinto así como su evolución en el tiempo están determinados por su composición química, especialmente por su composición en compuestos fenólicos.

Los compuestos no flavonoides no contribuyen de forma directa al color del vino. No obstante, pueden oxidarse por vía enzimática o química dando lugar a tonalidades amarillas/marrones”

(Zamora, 2013)

Se evidencia que el material al estar en contacto con los Rayos UV se va oxidando de a poco y presenta tonos más marrones.

Esta característica se compara a lo que sucede en el vino, ya que un vino joven es de color púrpura y a medida que pasan los años se va tornando marrón por oxidación de los flavonoides.

Es una característica única y relevante para entregar un diseño de experiencia al usuario, ya que un producto podría ir cambiando su color (si no se cuida de los rayos uv) y tener una gama de colores e indicador de tiempo de uso.

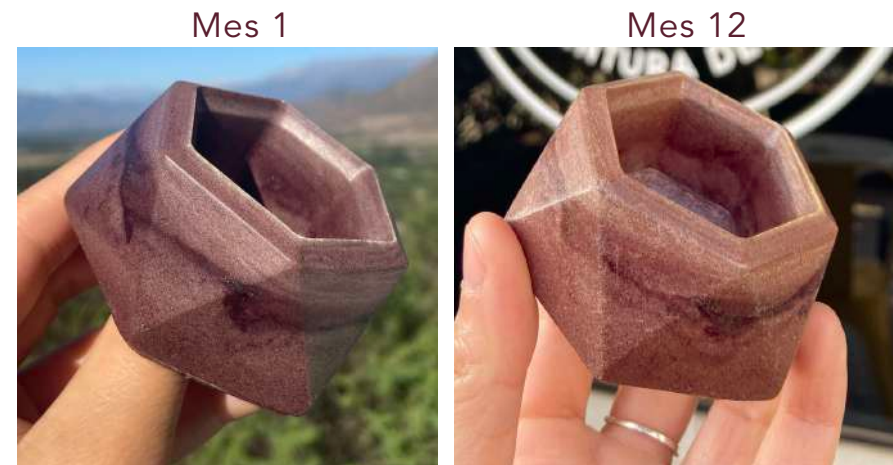


Figura 96: Cambio de color después de un año. Fuente: Elaboración propia

¿Dónde va a terminar el contenedor?

El producto "Contenedor aislante de vinos" está diseñado para que pueda volver a la tierra cuando el usuario quiera deshacerse de él. Podrá hacerlo partiendo el producto en trozos y depositándolo en la tierra en condiciones domiciliarias. Si lo realiza en un compost, el tiempo de degradación pueden ser 2 años o menos y en tierra sin tanta presencia de microorganismos podría tardar máximo 10 años.

Según la investigación de este proyecto, el orujo de uva podría disminuir los tiempos de degradación, ya que al primer mes ya contaba con presencia de microorganismos y al mes 5 el material estaba completamente oxidado.

Debido a los componentes del material este podrá volver a la tierra y no terminar en un vertedero o relleno sanitario generando emisiones a la atmósfera.





Conclusiones y Proyecciones

Esta investigación tuvo por objetivo valorizar el residuo de la industria vitivinícola, el orujo de uva, mediante el desarrollo de un material biobasado capaz de biodegradarse. Este objetivo se cumplió ya que fue factible desarrollar un nuevo material a partir de componentes biodegradables.

El primer objetivo específico planteado en este proyecto fue desarrollar un material biobasado a partir del orujo de uva y aglomerantes provenientes de fuentes naturales capaz de biodegradarse. Se cumplió de manera satisfactoria debido a que fue posible utilizar y tratar el residuo para la conformación de un material utilizando un aglomerante que también proviene de fuentes renovables y tiene la capacidad de biodegradarse.

El segundo objetivo planteaba caracterizar el material mediante ensayos de laboratorio, observación a comportamientos de agentes externos, trabajabilidad y propiedades perceptuales. Se pudieron realizar satisfactoriamente las actividades y se descubrió de qué manera se puede trabajar el material, cuáles son sus limitantes, a qué materiales se compara y las potenciales aplicaciones que este nuevo material puede tener.

En relación al último objetivo específico sobre proponer aplicaciones de Diseño considerando las características de la zona desde la cual fue extraído el residuo, se logró desarrollar un concepto tomando elementos característicos de la zona y del material, el cual se aplicó en un producto.

Los criterios de sustentabilidad establecidos en esta investigación, lograron que se desarrollara un material no tóxico, que utiliza un residuo local como materia prima de bajo costo y que aporta al reciclaje del Valle del Choapa. El material permite la posibilidad de involucrar nuevos actores en el ciclo de vida y, además, este puede volver a la tierra, presentándose como un producto sustentable social, económica y ambientalmente.

El material compuesto biobasado en orujo de uva tiene la capacidad de adoptar formas complejas y lograr un acabado superficial atractivo. A pesar de ser versátil, existen ventajas y desventajas en la trabajabilidad del material, y estos deben ser considerados según los criterios de Diseño.

Para el proyecto se utilizó orujo de uva de las cepas Syrah y Merlot, obteniendo colores violeta y burdeo en el material. La posibilidad de trabajar distintas cepas abre un abanico de posibilidades, tanto en su color como en las texturas, formas y aplicaciones. Se identifica un gran potencial para el sector vitivinícola junto con la posibilidad de explorar aplicaciones en otras áreas y sectores.

A lo largo del proyecto se generaron instancias ricas en conocimiento sobre la gestión de residuos, su revalorización y posibles aplicaciones. Nos encontramos en un cambio de paradigma y como sociedad debemos replantearnos la manera en que nos relacionamos con nuestro entorno. Se espera que la investigación motive y aporte en dar a conocer que los residuos no son basura si no que todo lo contrario, son potenciales recursos.



Lista de Referencias

Alberto, M. R., M.C. Manca de Nadra (2002). *Effect of wine phenolic compounds on Lactobacillus hilgardii 5w viability*. *Journal of Food Protection* 65:148-150.

Amendola, D.; De Faveri, D.M.; Spigno, G. (2014). *Grape marc phenolics: Extraction kinetics, quality and stability of extracts*. *Journal of Food Engineering*. 97: 384–392.

Ansys Granta EduPack. (2019). GRANTA EduPack 2020 (Version: 20.1.1) [Software]. ANSYS, Inc. Recuperado de: <https://www.ansys.com/products/materials/granta-edupack>

Arias, F. (2012). *The Research project. Introduction to scientific methodology (6th Edition)*. Editorial Episteme, C.A. Caracas, Venezuela.

Askeland, D. R. (1998). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. México: International Thomson Editores

ASTM (2014). D638-14 - Método de prueba estándar para propiedades de tracción de plásticos. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014, www.astm.org

ASTM (2015). *D695-15 - Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org

ASTM (2016). *D790-15 - Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, www.astm.org

ASTM (2018). D570-98 - Método de prueba estándar para la absorción de agua de plásticos. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org

Bae, E.A., Han M.J., Kim N.J. y Kim. D. H. (1998). *Anti-Helicobacter pylori activity of herbal medicines*. *Biological y Pharmaceutical Bulletin* 21: 990-2.

Bertolotto, A. (2020). *Diseño y evaluación de un modelo de negocio para la producción de etiquetas y cajas de vino a partir del desecho orgánico – viníferos*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Bonamente, E., Srucca, F., Rinaldi, S., Cleofe, M., Adfrubali, F. y Lamastra, L. (2016). *Environmental impact of an italian wine bottle: Carbon and wáter footprint assessment science of the total enviroment*, 560 – 561 (pp. 274 – 283).

Brown, J., Huang, G., Haley-Zitlin, V. y Jiang, X. (2009). *Antibacterial effects of grape extracts on Helicobacter pylori*. *Applied and Environmental Microbiology* 75: 848-852.

Bustamante, D. (2020). *Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez* [Tesis]. Universidad de Chile.

Cabezudo, I. (2015). *Utilización de residuos de la industria alimentaria para su valoración como proteínas clarificantes y extractos antioxidantes*. Universidad Nacional de Rosario.

Castro, M., y López, M. (2015). Generación de propuesta de tratamiento de biodegradación para residuos del mercado, poda de parques y jardines y desecho ruminal del rastro del municipio de San Francisco del Rincón Guanajuato, informe final de estadía para obtener el título de Técnico Superior Universitarios en Tecnología Ambiental. Universidad Tecnológica de León.

Cerdá, E. y Khalilova, A. (2013). Economía circular. Estrategia y competitividad empresarial. Universidad Complutense de Madrid, España.

Cervantes Torre-Marín, G., Sosa Granados, R., Rodríguez Herrera, G., & Robles Martínez, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería*, 13(1), 63-70.

Christ, K. y Burritt, R. (2013). *Critical environmental concerns in wine production: An integrative review. Journal of Cleaner Production*, Australia.

Codelco (2011). Prehistoria del valle de Choapa. Issuu. Recuperado de: <https://issuu.com/aprendeciencia/docs/prehistoriavallechoapa>

Consejo de Monumentos Nacionales (2018). RAJA DE MANQUEHUA – POZA. Recuperado de: <https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/santuarios-de-la-naturaleza/raja-manquehua-poza-azul>

Cores, I. (2018). Materiales Bio-basados para productos del hábitat. Escola d'Art i Superior de Disseny de València

Cotacallapa, M. (2017). Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost. Universidad Nacional de Moquegua, Perú.

Devesa-Rey, R., Vecino, X., Varela-Alende, J. L., Barral, M. T., Cruz, J. M., & Moldes, A. B. (2011). *Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. Waste management (New York, N.Y.)*, 31(11), 2327–2335. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.06.001>

Di Bartolo, C. (2004). Naturaleza como modelo, naturaleza como sistema. *Experimenta Revista de Diseño y Comunicación para la Empresa*, nº31, p.p. 9-45.

Di Bartolo, C. (2017). "Una vida dedicada al Diseño." Entrevistado por Jimena Alarcón en *Design Innovation*, Milán, Italia.

Di Giacomo, D. (2015). ¿Con cuántas uvas se hace un vino?, ¿tiene fecha de vencimiento?, y otros... – *De Vinos y Vides*. Recuperado de: <https://www.devinosyvides.com.ar/nota/256-c>

Dwyer, K., Hosseinian, F., & Rod, M. R. (2014). *The market potential of grape waste alternatives. Journal of Food Research*, 3(2), 91-91.

Enoturismo Chile (2022). Recuperado de Enoturismo Chile (24 de octubre de 2022). Recuperado de: <https://www.enoturismochile.cl/valle-del-choapa-2/#>

Fernández, A. (2016). Análisis global de la cadena de valor: Una cartilla. Duke, Center of globalization, governance & competitiveness at the Social Science Research Institute.

Fontana, A.; Antonioli, A.; Bottini R. (2013). *Grape Pomace as a Sustainable Source of Bioactive Compounds: Extraction, Characterization, and Biotechnological Applications of Phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61: 8987-9003

Fontana, A.; Antonioli, A.; Bottini, R.; D'Amario, M. (2017). *Phenolics profiling of pomace extracts from different grape varieties cultivated in Argentina*. The Royal Society of Chemistry. 7: 29446-29457.

Fundación Chile (2015). Ecobase Alimentos. Recuperado de : <http://www.consocioporlasustentabilidad.cl/wp-content/uploads/2015/10/Metodolog%C3%ADaEcobaseAlimentos1.pdf>.

Futuritat (s. f.). *BIOPLASTICS, INGREDIENTS STORES*. Recuperado de: https://futuritat.webs.upv.es/docs/Recetas_bioplasticos.pdf

García, T (2010). Evolución de la Institucionalidad de la vitivinicultura chilena.

GEO Sustainable (2018). *Bioplastics: DIY Casein. Precipitating Casein from milk. The backbone of bioplastics made from milk* (28 de noviembre de 2022) [Youtube]. En Casein bioplastic. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=AjpGXQglZxl>

Gómez-Pinilla, F., Nguyen, T. T. J. (2012). *Natural mood foods: The actions of polyphenols against psychiatric and cognitive disorders*. *Nutritional Neuroscience.*, 15:127-133.

Hugar L. (2015). *Agricultural Sustainability: Strategies for Assessment (1st Edition)*. Sage Publications.

Interempresas (2018). Residuos de uva para crear etiquetas de vino – Vitivinícola. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/230552-Residuos-de-uva-para-crear-etiquetas-de-vino.html>

Kehl Ind. (s. f.). *Sustentabilidade*. Recuperado de <https://www.kehl.ind.br/service/sustentabilidade/>

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Laan, A.Z. (2015). *Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences*. *International Journal of Design*, 9, 35-54.

Kingspan (s.f.). Bloques de espuma rígida de poliuretano (PUR) de alta. Recuperado de: <https://www.kingspan.com/es/es-es/productos/aislamiento/especialidades/alta-densidad>

Madera21 (2020). Materiales inteligentes para la economía circular. Recuperado de: <https://www.madera21.cl/blog/project-view/materiales-inteligentes-para-la-economia-circular-2/>

Materiom (s. f.). *Recipe: Grape pomace | agar - Materiom*. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/36>

Mendivil, N. (2015). Efecto Antibacteriano de Extractos de Orujo y Escobajo sobre *Helicobacter pylori* y *Escherichia coli* [Magister]. Universidad de Chile.

Minera Tres Valles (2021). RAJA DE MANQUEHUA Y POZA AZUL SON DECLARADAS OFICIALMENTE COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA. Recuperado de: <https://mineratresvalles.com/es/portfolio/raja-de-manquehua-y-pozazul-son-declaradas-oficialmente-como-santuario-de-la-naturaleza/>

Ministerio de Salud (2000). Decreto 594. Recuperado de: <https://www.leychile.cl/navegar?idNorma=167766>

Monrad, L. (2010). *Chemical characterization of red wine grape (Vitis vinifera and Vitis interspecific hybrids) and pomace phenolic extracts and their biological activity Streptococcus mutans*. *Journal Agric. Food Chem.* 55: 10200-10207.

Niaounakis, M. (2013). *Biopolymers Reuse, Recycling, and Disposal* (3.a ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-02583-5>

OIV (2004). Definición de una viticultura sostenible.

OIV (2022). Base de Datos – OIV. Recuperado de: <https://www.oiv.int/es/what-we-do/data-discovery-report?oiv>

Pedgley, O., Rognoli, V., & Karana, E. (2016). *Materials experience as a foundation for materials and design education. International Journal of Technology and Design Education*, 26(4), 613–630. <https://doi.org/10.1007/S10798-015-9327-Y>

Pollarolo, J. (2020). Divino, saludable y sustentable [Tesis]. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Ramírez y Galán (2006). El ecodiseño como herramienta básica de gestión industrial. XVIII Congreso internacional de ingeniería gráfica. Barcelona, España.

Ramírez, I. (2018). Chile Potencia Alimentario: Desafíos al 2030 en el marco del Cambio Climático. En Chile al 2030: 14 Miradas para el Desarrollo, Capítulo 2, p.p. 190-217.

Rosemberg, A. (2010). Ecología y Simbiosis Industrial. Centro Tecnológico para la Sustentabilidad. Estructplan. Recuperado de: www.estructplan.com/articulos, Fecha de consulta: 13-02-08.

Ruggieri, L., Cadena, E., Martínez-Blanco, J., Gasol, C.M., Rieradevall, J., Gabarrell, X., et al. (2009). Recuperación de residuos orgánicos en la industria vitivinícola española. Análisis técnicos, económicos y ambientales del proceso de compostaje. *Journal of Cleaner Production*, 17, 830-838. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.005>

Salinas, N. (2015). Estudio de los Parámetros de Elaboración de Harina de Bagazo de Uva para la Obtención de un producto con Propiedades Funcionales. Universidad de Chile. Facultad de ciencias Químicas y Farmacéuticas.

San Juan, S. (2021). Valorización de la viruta de raulí y pino radiata en el desarrollo de un material compuesto y su potencial aplicación [Tesis]. Universidad de Chile.

Santos-Buelga, C. y Escribano-Bailon, M.T. (2003). *Polyphenol Extraction from Foods. In: Santos-Buelga, C., Ed., Methods in Polyphenol Analysis, Royal Society of Chemistry, London, 1-12.*

Sanz, F. (2006). Ecodiseño, un nuevo concepto en el desarrollo de productos. Universidad de la Rioja, España.

Sarandon S. (2002). AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. La Plata. ISB-N:987-9486-03-X

Sarmiento, G. (2014). Análisis Granulométrico. Primer Taller de Mecánica de Suelos. Universidad Nacional de Ingeniería

SERNAGEOMIN (2021). Anuario de la Minería de Chile 2020. Servicio Nacional de Geología y Minería, 271 p. Santiago.

Spigno, G.; Tramelli, L.; De Faveri, D. (2015). *Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. Journal of Food Engineering*. 81: 200-208.

Timmermans, F., Katainen, J. Vella, K. Y Bienkowska E. (2014). *A review of climate change legislation in 66 countries (4 ed)*. Londres.

Tresta (s. f.). *tresta – organische Produkte aus heimischer Biomasse*. Recuperado de: <https://tresta-design.de/>

Unzón, H. y Gallardo, Y. (1998). Composición parcial de polisacáridos de fibra de chayote, brócoli y mamey. *Temas de tecnología de los alimentos. Fibra dietaria, CYTED*. México, D.F., México. 287: 43-53.

Urrunaga, C. (2022). Syrah y vinos blancos sorprendentes en Viña Choapa. *Chezcarlita. Vinos y Gastronomía*. Recuperado de: <https://chezcarlita.com/sorprendete-con-el-syrah-y-vinos-blancos-de-vina-choapa/>

Venegas, M., Turcott, D., y Chagolla, J. (2012). Estudio sobre el aprovechamiento de residuos industriales no peligrosos como fuente de materia prima utilizando simbiosis industrial en el municipio San Francisco del Rincón, Guanajuato, México.

Versino, F. (2017). *Materiales compuestos biodegradables con usos agronómicos a partir de raíces tuberosas [Tesis]*. Universidad Nacional de La Plata

Zamora, F. (2013). La química del color del vino. *Acenología, Revista de Enología Científica y Profesional*. Disponible en: https://www.acenologia.com/quimica_color_vino_cienc1213/

