

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROSPECCIÓN DE PALMETAS IGNÍFUGAS BIOBASADAS DE MICELIO
PARA AISLACIÓN TERMOACÚSTICA

Trabajo de Titulación para optar al Título de
INGENIERO EN FABRICACIÓN Y DISEÑO
INDUSTRIAL

Alumnos:

Nicolás Ilia González Pogoreltsev

Pedro Alfonso Iglesias Gutiérrez

Profesor Guía:

Ing. Santiago Geywitz Bernal

RESUMEN

Este documento tiene como finalidad mostrar la prospección realizada con palmetas aislantes termoacústicos e ignífugos biobasadas en micelio del hongo *Ganoderma Lucidum* enfocados en la industria de la construcción, arquitectura y diseño. Se muestra la factibilidad técnica y económica de establecer un proyecto de producción de las palmetas de micelio.

En el primer capítulo se hizo una revisión general de los precedentes relevantes para concretar el proyecto. Demuestra que hay espacio para soluciones sostenibles para materiales de construcción como el micelio en el mercado. Además, el análisis realizado por Porter y Pestel mostró que existen múltiples factores positivos que indican el éxito del proyecto, el más importante de los cuales es la introducción de nuevas regulaciones que promuevan el uso de materiales sostenibles y de base biológica.

En el segundo capítulo se introduce la definición técnica y económica preliminar del proyecto. Se estudió el marco legal y se consideraron todas las medidas ambientales y burocráticas que debe cumplir el proyecto. El análisis de las propiedades del micelio (como biodegradabilidad, aislamiento termoacústico y resistencia al fuego) confirmó que el material es el mejor sustituto de los materiales de construcción derivados del petróleo.

A continuación, en el capítulo tercero, se definirá el producto final y sus características, así como los materiales y procesos requeridos. Se determinó el diseño modular de la palma y se definió la figura geométrica como el producto viable más pequeño. El producto se puede utilizar para nuevos proyectos o para la restauración termoacústica de espacios existentes. En el proceso de fabricación, debido al bajo costo y la buena reciclabilidad, se decidió trabajar en un espacio con estrictas condiciones de control y utilizar moldes de PET, la fabricación de estos moldes será subcontratada.

En el capítulo cuarto se verifica la viabilidad económica del proyecto y se analiza su potencial de crecimiento. El bajo costo de las materias primas, la pequeña cantidad de mano de obra requerida y el sencillo proceso de fabricación del instrumento de mano son la base del éxito financiero del proyecto. La nueva legislación mencionada anteriormente apoya la idea de sostenibilidad y desarrollo de proyectos.

Finalmente se demuestra la factibilidad técnica y económica de emplear el micelio como material para la industria de la construcción y arquitectura. Además de abrir la

puerta a futuras exploraciones en otras áreas como textiles y vestuario, en el área de empaque de productos o diseño en general.

Palabras clave: Micelio, Hongo, Ganoderma Lucidum, Biomateriales, Biobasado, Aislamiento, Termoacústico, Biodegradable.

ABSTRACT

The purpose of this document is to show the prospecting carried out with thermo-acoustic and fire-retardant insulation cladding biobased on mycelium of the *Ganoderma Lucidum* fungus focused on the construction, architecture and design industry. The technical and economic feasibility of establishing a project for the production of mycelium palmettes is shown.

In the first chapter, a general review of the relevant precedents was made to finalize the project. It shows that there is room for sustainable solutions for building materials like mycelium on the market. Furthermore, the analysis carried out by Porter and Pestel showed that there are multiple positive factors to the success of the project, the most important of which is the introduction of new regulations that promote the use of sustainable and bio-based materials.

The second chapter presents the preliminary technical and economic definition of the project. The legal framework was studied and all the environmental and bureaucratic measures that the project must comply with were considered. Analysis of the properties of the mycelium (such as biodegradability, thermoacoustic insulation, and fire resistance) confirmed that the material is the best substitute for petroleum-based building materials.

Next, in the third chapter, the final product and its characteristics will be defined, as well as the materials and processes required. The modular design of the palm was determined and the geometric figure was defined as the smallest viable product. The product can be used for new projects or for the thermoacoustic restoration of existing spaces. In the manufacturing process, due to the low cost and good recyclability, it was decided to work in a space with strict control conditions and to use PET molds, the manufacture of these molds will be outsourced.

In the fourth chapter the economic viability of the project is verified and its growth potential is analyzed. The low cost of raw materials, the small amount of labor required and the simple manufacturing process of the handheld instrument are the basis for the

financial success of the project. The new legislation mentioned above supports the idea of sustainability and project development.

Finally, the technical and economic feasibility of using mycelium as a material for the construction and architecture industry is demonstrated. In addition to opening the door to future explorations in other areas such as textiles and clothing, in the area of product packaging or design in general.

Keywords: Mycelium, Fungus, Ganoderma Lucidum, Biomaterials, Biobased, Insulation, Thermoacoustic, Biodegradable.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.....3

1. ANTECEDENTES GENERALES 4

1.1. ANTECEDENTES 4

1.1.1. Emprendimiento 4

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 6

1.2.1. La industria de la Construcción 6

1.2.2. Impactos de los RCD 7

1.3. CONTEXTO 10

1.3.1. Polímeros basados en derivados fósiles.....10

1.3.2. Polímeros biobasados o biomateriales 11

1.3.3. Contenido de base biológica y biodegradación 12

1.4. COMPRENSIÓN DEL MERCADO 15

1.4.1. Análisis Pestel 15

1.4.2. Análisis Porter 19

1.5. ANÁLISIS ESTRATÉGICO.....25

1.5.1. Riesgos.....25

1.5.2. Modelo de negocio 27

1.6. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA.....28

1.7. OBJETIVOS 29

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE Y DISEÑO CONCEPTUAL 30

2. ESTADO DEL ARTE Y DISEÑO CONCEPTUAL.....31

2.1. RESTRICCIONES Y OBLIGACIONES LEGALES Y AMBIENTALES31

2.2. DEFINICIÓN DEL MERCADO, USUARIO Y CLIENTE.....34

2.3. CUANTIFICACIÓN DEL MERCADO.....35

2.4. OBJETIVOS DEL PRODUCTO 36

2.4.1. Los KPI’s en los objetivos cualitativos.....38

2.4.2.	KPI's de satisfacción (corto plazo) que se transforma en fidelización a largo plazo	38
2.5.	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN FUNCIONAL	39
2.5.1.	Factores para considerar:	39
2.5.2.	Facilidad de uso	41
2.6.	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS	42
2.6.1.	Biodegradable/Compostable	43
2.6.2.	Aislante térmico-acústico	43
2.6.3.	Dieléctrico	44
2.6.4.	Ignífugo	44
2.6.5.	Resistente a impactos	44
2.6.6.	Impermeable.....	44
2.6.7.	Densidad y dureza manipulable	45
2.6.8.	Liviano	45
2.6.9.	Estructural.....	45
2.6.10.	Mecanizable	45
2.6.11.	Flotante.....	46
2.6.12.	Autorreparable	46
2.7.	DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR	46
2.8.	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS	47
2.8.1.	Método de fabricación	47
2.9.	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO EN TÉRMINOS DE RENDIMIENTO Y ESPECIFICACIONES FINALES.....	48
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE INGENIERÍA.....		49
3.	DISEÑO DE INGENIERÍA	50
3.1.	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	50
3.1.1.	Hongos.....	50
3.1.2.	Micelio	51
3.1.3.	Ganoderma Lucidum.....	52
3.1.4.	Madera	53

3.1.5.	Materias primas	54
3.1.6.	Gestión de residuos	55
3.2.	ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTRUCTURAL	55
3.3.	DISEÑO FINAL	57
3.4.	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE PROCESO DE MANUFACTURA.....	60
3.4.1.	Centro de cultivo	60
3.4.2.	Equipamiento	61
3.5.	DEFINICIÓN DEL PROCESO IDEAL	62
3.6.	DEFINICIÓN DE DISPOSICIÓN IDEAL.....	64
3.7.	ESTIMACIÓN DE TIEMPOS PRODUCTIVOS Y COSTOS DE MANUFACTURA.....	65
3.8.	PROTOTIPO DEL PRODUCTO.....	66
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA		68
4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	69
4.1	PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	69
4.1.1.	Demografía	69
4.1.2.	Cuota de mercado	73
4.2	CRITERIOS DE CRECIMIENTO DEL MERCADO	75
4.3	CRITERIOS DE FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO	76
4.1.3.	Costos	76
4.3.2.	Aspectos legales	78
4.3.3.	Sustrato	79
4.3.4.	Energía	82
4.3.5.	Activos e inversión inicial.....	84
4.3.6.	Terreno.....	85
4.3.7.	Precio del producto	86
4.4	PRONÓSTICO DE SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO	86
4.5	EVALUACIÓN FINANCIERA	87
ANÁLISIS Y PROYECCIONES.....		90
Análisis.....		90
Trabajo futuro		93

Trabajos destacables en biomateriales 95

CONCLUSIONES.....97

BIBLIOGRAFÍA.....99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 1. Análisis Pestel..... 15

Tabla 1 - 2. Amenaza de nuevos competidores 20

Tabla 1 - 3. Amenaza de productos sustitutos 21

Tabla 1 - 4. Poder de negociación de los compradores..... 22

Tabla 1 - 5. Poder de negociación de los proveedores..... 23

Tabla 1 - 6. Rivalidad de los competidores..... 24

Tabla 1 - 7. Análisis de riesgos 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 1. Logo Much-Room.....5

Figura 1 - 2. Cuero vegetal de kombucha 6

Figura 1 - 3. Contaminación en orilla de playa causada por residuos de poliestireno
expandido 7

Figura 1 - 4. Jerarquía de gestión de residuos.....8

Figura 1 - 5. Diagrama de Venn de plásticos.....12

Figura 1 - 6. Duración de bioplásticos 13

Figura 1 - 7. Sellos de certificación material biobasado TÜV AUSTRIA y DIN CERTCO
.....13

Figura 1 - 8. Sellos de certificación material compostable TÜV AUSTRIA y DIN
CERTCO.....14

Figura 1 - 9. Resumen análisis Porter 24

Figura 1 - 10. Modelo Canvas.....27

Figura 2 - 1. Empresas proveedoras de material de aislación térmica.....35

Figura 2 - 2. Propiedades físicas del poliestireno expandido.....37

Figura 2 - 3. Prototipo de palmeta octangular.....46

Figura 2 - 4. Infografía de proceso de fabricación.....47

Figura 2 - 5. Comparativa de materiales 48

Figura 3 - 1. Micelio 51

Figura 3 - 2. Ganoderma Lucidum fructificado 53

Figura 3 - 3. Estructura simplificada de la madera 53

Figura 3 - 4. Aserrín de madera balsa 54

Figura 3 - 5. Ing. Nelson Gándara y su empresa GIBAGO 55

Figura 3 - 6. Resultados con distintos sustratos de cultivo 56

Figura 3 - 7. Comparativa de materiales 56

Figura 3 - 8. Geometrías de las palmetas 58

Figura 3 - 9. Modelado digital de palmetas de micelio.....58

Figura 3 - 10. Acabados superficiales de palmetas de micelio 59

Figura 3 - 11. Muestra de patrones 59

Figura 3 - 12. Fotomontajes de aplicación de palmetas de micelio 60

Figura 3 - 13. Ubicación geográfica del laboratorio 60

Figura 3 - 14. Fotos del laboratorio 61

Figura 3 - 15. Disposición del laboratorio	61
Figura 3 - 16. Infografía del proceso de fabricación.....	63
Figura 3 - 17. Flujo de actividades.....	64
Figura 3 - 18. Disposición de containers.....	65
Figura 3 - 19. Prototipos de material micelar	66
Figura 3 - 20. Pruebas de impermeabilidad y resistencia (capturas de video de concurso Copec-UC)	67
Figura 4 - 1. Población de Chile	69
Figura 4 - 2. Diagrama de clientes potenciales	70
Figura 4 - 3. Población según edad	70
Figura 4 - 4. Pirámide poblacional.....	71
Figura 4 - 5. Encuesta CASEN	71
Figura 4 - 6. Vida y entorno.....	72
Figura 4 - 7. Aislación térmica de distintos materiales.....	73
Figura 4 - 8. Tabla de cuota de mercado según tipología y material. Análisis al 1% en el rango socioeconómico objetivo	74
Figura 4 - 9. Tabla de cuota de mercado según tipología y material. Análisis al 2% en el rango socioeconómico objetivo	74
Figura 4 - 10. Tabla de cuota de mercado según tipología y material. Cuota real de mercado 0,04%	75
Figura 4 - 11. Tabla de costos variables	76
Figura 4 - 12. Tabla de costos fijos.....	77
Figura 4 - 13. Tabla de inversión inicial	77
Figura 4 - 14. Tabla de consumo eléctrico.....	78
Figura 4 - 15. Tabla de costo por panel y por m ²	78
Figura 4 - 16. Tabla de costos por día, utilidades y venta	78
Figura 4 - 17. Resultados con distintos sustratos de cultivo	79
Figura 4 - 18. Maderera San Gabriel Ruta 66, N°825, VI Región, Chile	80
Figura 4 - 19. Modelo 3D de palmeta cuadrada con propiedades.....	80
Figura 4 - 20. Modelo 3D de palmeta hexagonal con propiedades	81
Figura 4 - 21. Modelo 3D de palmeta triangular con propiedades	81
Figura 4 - 22. Tabla de características físicas de los paneles.....	82
Figura 4 - 23. Condiciones ambientales en el terreno.....	82
Figura 4 - 24. Producción mensual de energía.....	83

La planta será montada en dos contenedores de 40 pies o 12 metros de largo cada uno (2.39x12,03x2,35 m, espacio utilizable interior), y con un área de trabajo de 28,27 m².

Figura 4 - 25. Medidas container 84

Figura 4 - 26. Imagen satelital del terreno y sus dimensiones de perímetro y area 85

Figura 4 - 27. Datos meteorológicos del terreno.....86

Figura 4 - 28. Valor por unidad de los distintos paneles.....86

Figura 4 - 29. Fórmula de las palmetas 88

Figura 4 - 30. Flujo de caja 89

Figura 5 - 1. Panel Myco SIP-E 93

Figura 5 - 2. Chocopanel de micelio 94

Figura 5 - 3. Materiom. Recetario digital de biomateriales de fuente abierta.....95

Figura 5 - 4. MycoWorks. Cuero de micelio 95

Figura 5 - 5. Agua Hoja. Escultura de quitina impresa en 3D 96

SIGLAS

CORFO	:	Corporación de Fomento a la Producción
NCh	:	Norma Chilena Oficial
RCD	:	Residuos de Construcción y Demolición
GEI	:	Gases de Efecto Invernadero
MVP	:	Producto Mínimo Viable
CChC	:	Cámara Chilena de la Construcción
REP	:	Responsabilidad Extendida al Productor
SEIA	:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SAG	:	Servicio Agrícola y Ganadero
APL	:	Acuerdos de Producción Limpia
UF	:	Unidad de Fomento
3ie	:	Instituto Internacional para la Innovación Empresarial
Corfo	:	Corporación de Fomento de la Producción
I+D+i+e	:	Investigación, Desarrollo, innovación y emprendimiento
UTM	:	Unidad Tributaria Mensual
VAN	:	Valor Actual Neto
B2B	:	Business to Business
B2C	:	Business to Customer

SIMBOLOGÍA

cm	:	Centímetro
m ²	:	Metro cuadrado
gr	:	Gramo
kg	:	Kilogramo
h	:	Hora
l	:	Litro
m	:	Metro

PREFACIO

Miguel Ángel dijo que cuando él miró el mármol en bruto, vio una figura que lucha por ser libre. El cincel era única herramienta de Miguel Ángel. Pero los seres vivos no están cincelados. Ellos crecen. (...) Al menos desde la Revolución Industrial, el mundo del diseño ha sido dominado por rigores de la fabricación y producción en masa. Las líneas de montaje han dictado un mundo hecho de partes, encorsetando la imaginación de diseñadores y arquitectos entrenados para pensar sus objetos como ensamblajes de partes discretas con funciones distintas. (...) La naturaleza no se ensambla, la naturaleza crece y ahora estamos en un punto en el tiempo, y esta es en parte la razón por la que la crisis del agua está aquí, hubo un choque entre el mundo de la naturaleza y el mundo de la cultura, el mundo de la biología y tecnología, y el mundo del diseño y el papel de la naturaleza. Y cómo se conectan es un proceso muy, muy lento porque es apasionante. Entonces, con 300,000,000 de toneladas de plástico que se desperdician anualmente, este es un buen momento para preguntar, ¿podemos crear objetos hechos por el hombre que sean naturales, pero también podemos crear objetos naturales hechos por el hombre? (...) Si la última frontera del diseño es dar vida a los productos y a los edificios que nos rodean, para formar una ecología de dos materiales, los diseñadores deben unir estas dos visiones del mundo. (...) Aquí está a una nueva era de diseño, una nueva era de la creación, que nos lleva de un diseño inspirado en la naturaleza a una naturaleza inspirada en el diseño, que exige de nosotros, por primera vez, que nos hagamos cargo de la naturaleza (Oxman, 2015).

INTRODUCCIÓN

Así como Neri Oxman sugiere, los biomateriales son una tendencia que vino para quedarse. Ya no son los materiales del futuro, son los del ahora. Si bien los polímeros derivados del petróleo continúan acaparando la mayor parte del mercado, los biomateriales tienen cada vez más protagonismo. Años de investigación y desarrollo liderado por mentes visionarias preocupadas por el medio ambiente que demuestran el potencial de los biomateriales, han causado que el público general empiece a preferir soluciones sustentables, incluso cuando esto significa pagar más por ello.

En la construcción existen una serie de problemas y falencias. En Chile se destacan la contaminación por residuos de los materiales de construcción, el continuo riesgo de incendios y la baja eficiencia energética de los hogares. Estos son problemas que en parte pueden ser solucionados con la aplicación de materiales en auge, los biomateriales. Este es el caso del micelio, un material biodegradable, aislante termoacústico, ignífugo. Gracias a las características propias del micelio, este material es idóneo para su uso como material de construcción, arquitectura y diseño, entre muchas otras más.

Todavía queda un largo camino para llegar al punto donde los biomateriales no solo sean *una* opción, sino *la* opción, pero puede que ya sea un horizonte visible.

Este documento pretende ser un antecedente en el ámbito de los biomateriales en el mundo, Latinoamérica y Chile. Mostrar sus propiedades, beneficios y ventajas. Que otros se inspiren y motiven a continuar esta tendencia. Para pasar de una mentalidad de “Diseño inspirado en Naturaleza” a “Naturaleza inspirada en Diseño”.

Este documento tiene como finalidad describir del proceso de investigación y desarrollo de palmetas biobasadas de micelio del hongo *Ganoderma Lucidum*. Estas presentan propiedades ignífugas, aislantes térmicas y acústicas y de biodegradación y compostaje, entre otras.

En el primer capítulo se mostrarán los antecedentes relevantes, los problemas que pretende solucionar el producto para contextualizar este proyecto.

Durante el segundo capítulo son presentadas las exigencias legales y ambientales de un producto de este tipo, además de dar un vistazo preliminar al diseño del este, junto a sus requerimientos técnicos y económicos.

En el tercer capítulo se expondrá la propuesta de diseño final de las palmetas de micelio y su proceso de fabricación con costos asociados.

El contenido del cuarto capítulo se evaluará la factibilidad económica del producto y del proyecto como tal. Se analizará el pronóstico de sustentabilidad y crecimiento. Será justificado el precio fijado.

Finalmente se hará una recapitulación del contenido junto a conclusiones y observaciones pertinentes de esta investigación sobre biomateriales.

Con todo lo anterior se pretende responder a los siguientes objetivos:

Analizar la factibilidad técnica y económica del desarrollo de palmetas aislantes termoacústicos e ignífugos biobasadas en micelio enfocados en la industria de la construcción, arquitectura y diseño.

- Analizar características, propiedades y posibles aplicaciones de las palmetas de micelio.
- Estudiar contexto y mercado actual de materiales de aislación en el país.
- Investigar sobre los materiales de aislación actuales y compararlos con el micelio.
- Producir y experimentar con prototipos en laboratorio.
- Determinar las principales variables que repercuten en la densidad y dureza del material con la finalidad de modificar sus propiedades y así satisfacer de mejor manera las necesidades del mercado.
- Definir proceso de fabricación ideal en términos financieros y técnicos.
- Realizar análisis financiero para determinar factibilidad económica y posible comercialización dentro y fuera de Chile.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

En este capítulo se realizará la revisión general de antecedentes relevantes para contextualizar el proyecto.

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Emprendimiento

Para empezar, es importante establecer que éste trabajo es realizado en colaboración Nelson Dueñas, Biólogo especialista en Micología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito, Ecuador), quien aporta como asesor en esta investigación, y Felipe Villegas, estudiante de Administración de Empresas de la Universidad de las Américas (Quito, Ecuador), quien proporciona asistencia en el análisis financiero del proyecto y además utilizará este mismo proyecto para su respectivo trabajo de título cuando este corresponda. Nelson y Felipe son colaboradores y socios de este proyecto, lo que lo hace un esfuerzo internacional Chile-Ecuador.

Este proyecto, además de ser nuestro trabajo de titulación, también es nuestro emprendimiento, en el cual seguiremos trabajando posterior a la titulación. Lleva el nombre de “Much-Room” y tiene como finalidad el desarrollo aplicado de biomateriales, con el micelio como material inicial. Hemos participado en múltiples concursos de emprendimiento como Copec-UC, Jump Chile, Start-Up Chile, entre otros, con distinto grado de éxito. Al momento de redacción del documento el Instituto Internacional para la Innovación Empresarial (3ie) nos respalda como participantes finalistas del programa Conecta3, el cual tiene como objetivo el prototipado de nuestro producto para obtener fuentes de financiamiento para el proyecto, como por ejemplo Corfo (Corporación de Fomento de la Producción).

Figura 1 - 1. Logo Much-Room



Fuente: Elaboración propia

Para contextualizar esta investigación en primer lugar se debe hablar sobre la industria a la cual apuntaremos, la construcción, sus efectos y proyecciones así como el impacto en el medioambiente para proseguir con un análisis a los materiales sintéticos como los plásticos (polímeros basados en derivados del petróleo) cuya creación consume grandes cantidades de energía y debido a los problemas generados al finalizar sus ciclos de vida, están contaminando constantemente el planeta y nuestros cuerpos (Rodríguez, 2020).

Es por esto por lo que se ha decidido orientar este trabajo hacia la investigación y desarrollo de alternativas. Se ha trabajado cerca de 2 años en la creación de prototipos de biomateriales basados en distintas materias primas naturales. Algunos materiales fueron cultivados en simbiosis de bacterias y hongos tales como la Kombucha (también hongo manchuriano, hongo de té u hongo chino), con la cual se ha logrado un material muy similar al cuero animal. También se ha experimentado con fermentos de algas y con las cuales logramos un recubrimiento hidrofugo.

Con esta misión en mente, se busca aprovechar las propiedades de los materiales biobasados. Hay un mundo de posibilidades en las materialidades biobasadas y cultivadas gracias al trabajo simbiótico entre: El ser humano, la tecnología, las bacterias, los hongos y otros organismos.

Figura 1 - 2. Cuero vegetal de Kombucha



Fuente: Elaboración propia

Esta investigación se basa en particular en el trabajo que se lleva a cabo con micelio de hongos *Ganoderma Lucidum* y residuos de la silvicultura, tales como aserrín y virutas de madera, con los cuales se co-crearon materiales nuevos que rinden en gran medida, tales como los polímeros basados en fósiles, los cuales presentan propiedades ideales para su uso como material de rehabilitación térmica de viviendas entre otras aplicaciones.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. La industria de la Construcción

En este ámbito existen los llamados “Residuos de construcción y demolición” (RCD). Estos residuos son aquellos que provienen de la construcción de nuevos proyectos, de la rehabilitación, reparación y reacondicionamiento de obras existentes, de los procesos de preparación de terrenos y de la demolición de obras que han perdido su valor de uso o demoliciones que se generan por situaciones de catástrofe (NCh 3562:2019).

Anteriormente en Chile, los RCD se conocían como RESCON (Residuos de Construcción), pero el concepto fue modificado con el objetivo de tener un estándar internacional en lo que respecta al manejo de residuos de construcción. Esta homologación de conceptos busca ser el primer paso de Chile para lograr estándares de gestión de RCD al nivel de países desarrollados como Holanda, Dinamarca, Reino Unido, España, entre otros (CORFO, 2020).

1.2.2. Impactos de los RCD

Los RCD se componen de diversos tipos de residuos, cuya generación, manejo y disposición tiene impactos negativos en el ámbito ambiental, social y económico. Estos impactos son:

Ambientales:

La disposición inadecuada de RCD contaminan el suelo y el agua, ya que al entrar en contacto con la lluvia contaminan las aguas superficiales y subterráneas. Además, intensifican el cambio climático al aumentar las emisiones de Gases Efecto invernadero (GEI) tanto en su transporte como en su disposición (inadecuada); y cambian el entorno natural y los ecosistemas, afectando a las localidades aledañas. Asimismo, los altos volúmenes de RCD representan pérdidas de materiales y eficiencia en los procesos constructivos, induciendo a un mayor consumo de recursos naturales, energía y agua, lo que tiene sus propios impactos, multiplicando los efectos sobre el medioambiente (CORFO, 2012).

Figura 1 - 3. Contaminación en orilla de playa causada por residuos de poliestireno expandido



Fuente: Lewis (2019)

Sociales

Los RCD están estrechamente vinculados a una serie de problemas sociales, derivados de su transporte y, particularmente, de su disposición irregular. Los vertederos ilegales impactan directamente la calidad de vida y salud de los habitantes, en general de

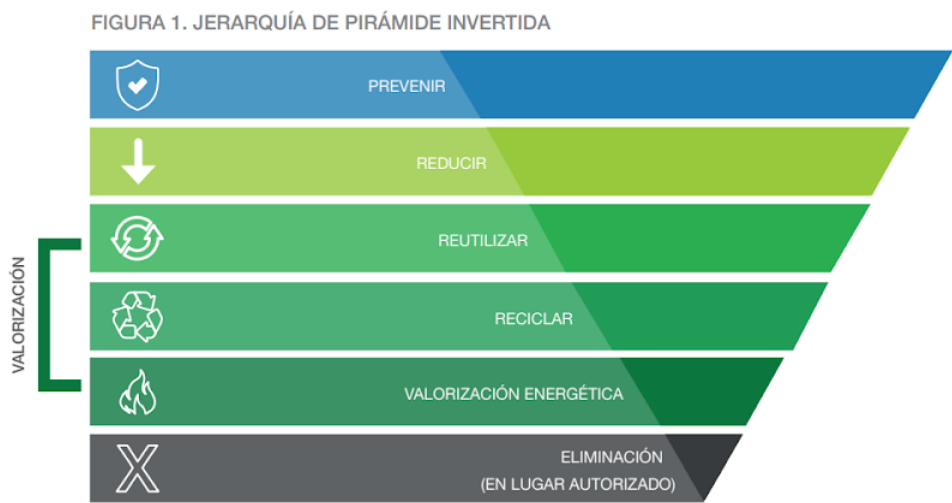
sectores más vulnerables, debido a la afectación de espacios públicos y a la ocupación de suelos que pierden su potencial uso y/o desvalorizan, ya sea agrícola u otro, desplazando a la población, creando fuentes de vectores, infecciones y plagas, generando problemas urbanísticos, impacto visual, y deteriorando el patrimonio paisajístico y urbano. De estos impactos, el aumento de la vulnerabilidad urbana es de gran relevancia ya que los vertederos ilegales producen inestabilidad de los suelos, aumentando los riesgos de desprendimientos de tierra, riesgos de incendios por vertidos de residuos peligrosos y/o combustibles, riesgos ante catástrofes, daños en la salud pública, entre otros (CORFO 2020).

Económicos:

La generación de grandes volúmenes de RCD afecta la productividad de la empresa. En efecto, el RCD es un material que fue comprado, trasladado por un trabajador a un sector de la obra que queda inutilizable y trasladado nuevamente a un sitio de disposición final para su abandono, con el consumo de recursos humanos y económicos que ello conlleva. A modo de ejemplo, al considerar lo anterior en una edificación habitacional en altura en Santiago, los costos asociados a RCD superan con creces los \$9.500/m3 considerando traslado y disposición final de los mismos. En efecto, tomando en cuenta el valor de los materiales, un m3 de RCD de obra gruesa alcanza los \$85.000 y un m3 de terminaciones un valor de \$35.000. De este modo, si se consideran los volúmenes promedio de residuos de obra gruesa y terminación el RCD tiene un costo ponderado de \$50.000/m3 (Bravo et al., 2019).

Jerarquía de gestión de residuos:

Figura 1 - 4. Jerarquía de gestión de residuos



Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico (2020a)

Nuevas legislaciones:

A partir de mayo 2021 entrará en plena vigencia la ley de Responsabilidad Extendida al Productor. Esto significa que múltiples industrias clave del país tendrán que realizar cambios significativos en su elección de materiales y su gestión.

Es cierto que varias empresas, según su poder económico, podrían optar por continuar utilizando materiales derivados del petróleo y designar una porción de su capital de trabajo a la correcta gestión de estos, pero gracias a la aparición de materiales biobasados alternativos y la creciente conciencia ambiental de los consumidores puede que elegir biomateriales desde un inicio sea la opción más viable, comercial y económicamente hablando.

Problemas en las construcciones:

Además de los problemas ambientales y legales adjuntos a los materiales de construcción actuales, especialmente los de aislamiento, las construcciones habitacionales tienen otra serie de problemas asociados, los cuales pueden ser resueltos con técnicas de rehabilitación térmica y acústica utilizando micelio:

- La contaminación auditiva, a pesar de no ser un problema grave, su solución puede mejorar la calidad de vida de las personas, empezando por la privacidad.
- Más del 50% de la energía consumida por un hogar en invierno es utilizada en calefacción y más de la mitad de esa energía es desperdiciada por mal aislamiento de la vivienda.
- Ciudades como Valparaíso son constante víctimas de incendios masivos. Parte de estos incendios pueden ser minimizados utilizando materiales adecuados
- El impacto ambiental de todo el ciclo de vida de las construcciones puede ser observado en casi todo ecosistema del país y los planes de contención no dan abasto.

Rehabilitación térmica y acústica de viviendas:

Gran parte de los hogares en Chile contruidos con métodos y materiales tradicionales (concreto, ladrillo, etc.) no cuentan con un sistema de aislamiento. Su fuente de calor se basa en calefacción, ya sean estufas eléctricas, queroseno o leña, lo cual, aparte de no ser muy amigable con el ambiente, es costoso a largo plazo. Estos hogares pueden ser

beneficiados con las palmetas de micelio, ya que estas no requieren reformas mayores y son una inversión relativamente baja que durará por mucho tiempo. Así podrán disfrutar de los beneficios térmicos de las construcciones modernas.

Las construcciones modernas, a su vez, debido a la tendencia de la industria de la construcción de reducir costos, tiene otro problema; la contaminación acústica. El ruido traspasa fácilmente las paredes de los hogares, especialmente departamentos. Esto reduce la privacidad y bienestar de los habitantes. Es por esto que las palmetas también son una solución a esto, ya que aíslan acústicamente y además ayudarán a la eficiencia energética del lugar.

Respondiendo a esto nace esta investigación de materiales biobasados, modulares, ecoeficientes, diseñados para mejorar la calidad de vida de las personas además de ser una alternativa sostenible y amigable con el medioambiente.

1.3. CONTEXTO

1.3.1. Polímeros basados en derivados fósiles

Los polímeros (del griego: πολυς [polys] "mucho" y μέρος [meros] "parte" o "segmento") es una sustancia compuesta por grandes moléculas, o macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros (Encyclopædia Britannica, 2020).

Debido a su gran variedad de propiedades, tanto los polímeros sintéticos como los naturales juegan un rol esencial en nuestras vidas (Bucknall et al., 1997). Los polímeros abarcan tanto a los plásticos sintéticos que todos conocemos; como el polietileno y los biopolímeros naturales como el ADN, y a las proteínas; que son fundamentales para la estructura y funcionamiento biológico.

El polisopreno (hule o caucho), es un ejemplo de un polímero natural, y el poliestireno (de la espuma o empaques de poliestireno) es un ejemplo de un polímero sintético. En un contexto biológico, esencialmente todas las macromoléculas; por ejemplo, las proteínas (poliamidas), ácidos nucleicos (polinucleótidos) y polisacáridos están compuestos en gran parte de polímeros.

Los polímeros naturales y sintéticos son creados a partir de la polimerización de varios monómeros. Su gran masa molecular en comparación con otras moléculas de menor talla le aporta (a los polímeros) propiedades físicas únicas que incluyen dureza, alta elasticidad, visco elasticidad y una tendencia a formar estructuras amorfas y/o semi-cristalinas en lugar de cristales.

El proceso de obtención de polímeros sintéticos es, por lo general, dañino para el medio ambiente incluyendo a las personas. Desde la extracción de petróleo y sus comunes derrames en los sitios de extracción y transporte, hasta los gases tóxicos producto de la inyección de piezas plásticas; una vista general del ciclo de vida completo de los plásticos comunes muestra que la mayoría de las etapas tienen excedentes o materiales no deseables que no son apropiadamente manejados.

1.3.2. Polímeros biobasados o biomateriales

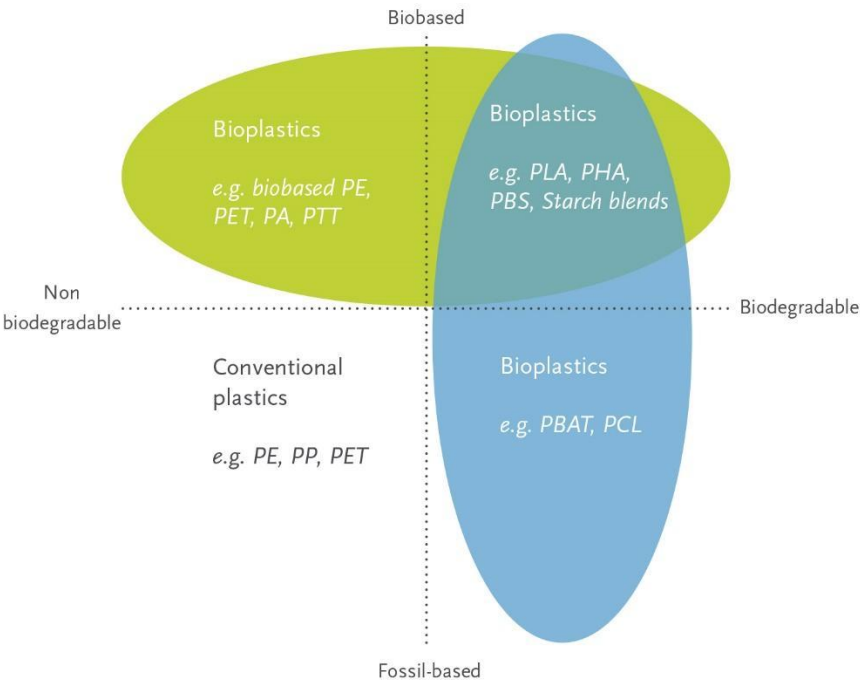
Los bioplásticos son una gran familia de materiales diferentes, no son un solo material. Forman parte de toda una familia de materiales con diversas propiedades y aplicaciones. Según European Bioplastics (2020), un material plástico se define como bioplástico si es de base biológica, biodegradable o presenta ambas propiedades.

Un material biobasado significa que el material o producto es (en parte) derivado de la biomasa (organismos). La biomasa utilizada para los bioplásticos proviene, por ejemplo, de maíz, caña de azúcar o celulosa.

La biodegradación es un proceso químico durante el cual los microorganismos que están disponibles en el ambiente convierten los materiales a sus estados elementales y/o en sustancias naturales (compuestos) tales como agua, dióxido de carbono y compost (no se necesitan aditivos artificiales). El proceso de biodegradación depende de las condiciones ambientales circundantes (por ejemplo, ubicación, temperatura y humedad), del material y de la aplicación.

“Biobasado” no es igual “biodegradable”. La propiedad de la biodegradación no depende de la base de recursos de un material, sino que está más bien ligada a su estructura química. En otras palabras, el cien por ciento de los plásticos biobasados pueden ser no biodegradables; y el cien por ciento de los plásticos basados en fósiles pueden biodegradarse. Es por esto por lo que un material biobasado y biodegradable de producción industrial puede marcar una gran diferenciación y aumentar el valor agregado.

Figura 1 - 5. Diagrama de Venn de plásticos



Fuente: European Bioplastics (2019)

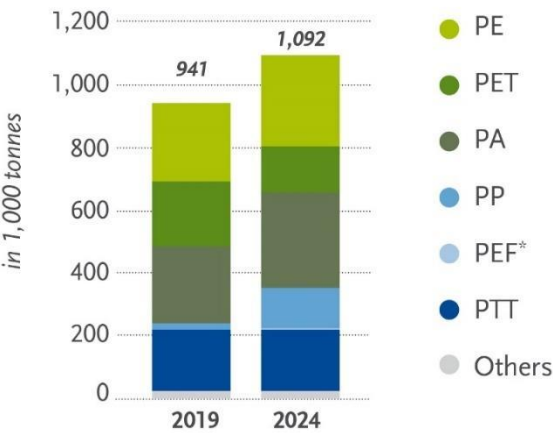
Los plásticos duraderos de base biológica o parcialmente biológica, como el PE, PET o PVC de base biológica o parcialmente biológica poseen propiedades que son idénticas a sus versiones convencionales. Estos bioplásticos son técnicamente equivalentes a sus homólogos fósiles; sin embargo, ayudan a reducir la huella de carbono de un producto de manera significativa. Además, pueden reciclarse mecánicamente en las corrientes de reciclaje existentes y algunos pueden compostarse, como es el caso del micelio.

1.3.3. Contenido de base biológica y biodegradación

Las empresas con bioplásticos de base biológica pueden indicar el "contenido de carbono de base biológica" o el "contenido de masa de base biológica" de sus productos. Como estas unidades de medida difieren, el valor de porcentaje numérico típico también será diferente y debe tenerse en cuenta, especialmente al hacer comparaciones.

Figura 1 - 6. Duración de bioplásticos

Bio-based & durable bioplastics 2019 vs. 2024



*PEF is currently in development and predicted to be available in commercial scale in 2023.

Fuente: European Bioplastics (2019)

Una metodología bien establecida para medir el contenido de carbono de base biológica en materiales o productos es el método 14C (estándar de la UE: CEN / TS 16137, estándar de EE. UU. Correspondiente: ASTM 6866). Se encuentran disponibles esquemas de certificación y etiquetas de productos derivados basados en el estándar europeo y estadounidense, por ejemplo, del certificador belga TÜV AUSTRIA, Bélgica o el certificador alemán DIN CERTCO.

Figura 1 - 7. Cellos de certificación material biobasado TÜV AUSTRIA y DIN CERTCO



Fuente: TUV-AT (s.a.) y DIN CERTCO (s.a.)

La propiedad de biodegradabilidad no depende de la base de recursos de un material. Esta característica está directamente relacionada con la estructura química del material y puede beneficiar a aplicaciones particulares, en particular al embalaje. Los plásticos biodegradables por ejemplo ofrecen nuevas formas de recuperación y reciclaje (reciclaje orgánico). Si están certificados como compostables de acuerdo con estándares

internacionales como la EN 13432 (preferiblemente por un tercero independiente), estos plásticos pueden ser compostados en plantas industriales de compostaje.

Es engañoso afirmar simplemente la biodegradabilidad sin ninguna especificación estándar. Si se anuncia que un material o producto es biodegradable, también se debe proporcionar más información sobre el plazo, el nivel de biodegradación y las condiciones ambientales requeridas.

Siempre que sea posible, es recomendable centrarse en la afirmación más específica de compostabilidad y respaldarla con las referencias estándar correspondientes (ISO 17088, EN 13432/14995 o ASTM 6400 o 6868), una certificación y una etiqueta correspondiente (Etiqueta de plántula vía TÜV AUSTRIA Bélgica o DIN CERTCO, etiqueta OK compost vía TÜV AUSTRIA Bélgica) (TÜV AUSTRIA, s.f.).

Si se especifica que un producto es compostable, la afirmación no solo es inequívoca (es decir, para ser tratado en una planta de compostaje industrial), sino que hay otro gran beneficio: se diferencia de los productos comercializados como 'oxo-biodegradables' o afirmaciones similares. Los productos comercializados como oxo-biodegradables no cumplen con los requisitos de la EN 13432 (UNE, s.f.) sobre compostabilidad industrial y, por lo tanto, no se les permite llevar la etiqueta de las plántulas.

Es por esto por lo que el producto mínimo viable de este proyecto será enviado a la certificación correspondientes.

Figura 1 - 8. Cellos de certificación material compostable TÜV AUSTRIA y DIN CERTCO



Fuente: TÜV-AT (s.a.) y DIN CERTCO (s.a.)

La "oxo-fragmentación" no es biodegradación. Los plásticos que se anuncian como "oxodegradables" o "oxo biodegradables" se fabrican a partir de plásticos convencionales y se mezclan con aditivos para imitar la biodegradación. Sin embargo, el principal efecto

de la oxidación es una mera fragmentación del material o producto en pequeñas partículas que permanecen en el medio ambiente. Estos productos no cumplen con los estándares de compostabilidad y no se consideran bioplásticos.

1.4. COMPRENSIÓN DEL MERCADO

El sector de la Construcción es responsable aproximadamente de consumir el 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y del 50% del total de los residuos generados. Actualmente el concepto de sustentabilidad en la construcción tiene una tendencia al alza que se estima llegará al 15-20% de participación en mercado al año 2025 con ingresos estimados de MMUS\$2000/año (Cámara Chilena de la Construcción, 2020) sumado a las nuevas normativas como la ley de Responsabilidad Extendida al Productor (ley REP) (Ministerio del Medio Ambiente, 2020) que entrará en vigor el año 2021.

De acuerdo con los resultados de la encuesta de mercado, la situación actual de la aislación térmica de las viviendas en el país, y en particular en la Región Metropolitana es deficiente. Por lo mismo, existe gran interés por mejorarla. Un gran porcentaje de encuestados declaró problemas de confort térmico al interior de sus viviendas, tanto en invierno como en verano y requieren que esta problemática sea solucionada. Sin embargo, desconocen quien se pueda encargar de llevarlas a cabo (Sánchez, 2011, p.132).

1.4.1. Análisis Pestel

El análisis PESTEL identifica los factores del entorno general que van a afectar a las empresas. Se trata de una herramienta estratégica útil para comprender los ciclos de un mercado, la posición de una empresa o la dirección operativa.

Tabla 1 - 1. Análisis Pestel

ASPECTO	VARIABLE	IMPACTO	AMENAZA U OPORTUNIDAD
Político Legal	El articulo XIX del acuerdo genera, ha dado autorización a los miembros del GATT poder tener medidas de salvaguardas, el fin de esto es proteger a cualquier rama de producción, con respecto al aumento que no se venga venir de	NEGATIVO	OPORTUNIDAD

	importaciones de cualquier producto y que pueda causar una alteración en dicha rama de producción (WORLD BANK GROUP, 2020).		
Político Legal	A pesar de presentar un 90/100 en el Freedom World Index, considerando una calificación de 38/40 en derechos civiles y un 52/60 en libertades civiles, los acontecimientos concernientes a protestas ocurridas a finales del 2019 denotan una inestabilidad política que ciertamente afecta a la inversión extranjera (FREEDOM HOUSE, 2020).	NEGATIVO	AMENAZA
Político Legal	De Acuerdo con Doing Business, Chile se encuentra en el rango 57 a nivel mundial en el indicador Starting a Business, el cual denota la facilidad y apoyo que un país aporta para los Start-ups, considerando indicadores como los procedimientos requeridos, el tiempo de constitución, los costos y el capital mínimo de constitución, siendo estos dos últimos los factores más sobresalientes al ser mínimos. Por estas razones en toda Latinoamérica Chile lidera el ranking con 91.4 puntos de una media de 91.3 de los países miembros de la OECD (WORLD BANK GROUP, 2020).	NEGATIVO	AMENAZA
Legal	Ley de responsabilidad extendida al productor quién debe garantizar	MUY POSITIVO	OPORTUNIDAD

	su responsabilidad en el manejo de desechos, así como al final de la vida útil del producto a entrar en vigor a partir del 2021 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).		
Económico	Las importaciones totales llegaron a \$15.158 millones en el primer trimestre de 2020, disminuyendo 13,3% en relación con el anterior año. La mayor disminución se registró en industria, con 15,1%, seguido por agricultura, fruticultura, ganadería, silvicultura y pesca, con 4,7%, en tanto que minería registró un aumento de 4,8% (Círculo de Estudios Latinoamericanos, 2020).	NEGATIVO	AMENAZA
Económico	En el Primer Trimestre de este año, el PIB per cápita es de 65.53 millones de dólares denotando un alto poder adquisitivo en el cliente final (THE WORLD BANK, 2020). Esto se complementa con un cada vez menor Gini Índice que en 2017 denotó un 44.4% confirmando que cada año aumenta la igualdad en la distribución de las riquezas en Chile, por lo que se infiere que dicho poder adquisitivo está cada vez mejor distribuido en el país (THE WORLD BANK, 2020).	POSITIVO	OPORTUNIDAD
Económico	Chile anotó en junio un superávit comercial de 1.391 millones de dólares, en medio de un pronunciado retroceso interanual	MUY POSITIVO	OPORTUNIDAD

	en las importaciones, informó el martes el Banco Central (Círculo de Estudios Latinoamericanos, 2020).		
Social	El paso autoritario en puesto por Pinochet aún permanece en ciertas partes, y la estructura social sigue siendo jerárquica y las clases sociales son rígidas, también se muestran bajos grados de delegación, ya que los arreglos organizacionales muestran pirámides más altas (Hofstede, 2019).	POSITIVO	OPORTUNIDAD
Social	Ellos tienen una cultura normativa, los chilenos al pertenecer a este tipo de sociedad llevan con ellos una fuerte preocupación con lo que pueda pasar y querer establecer una verdad absoluta. Al igual presentan un gran respeto por lo tradicional de su patria, una baja super grande al momento de ahorrar, ya que no tiene esta costumbre en su mayoría, y por otra parte tienen un enfoque super grande en lograr rápidamente resultados (Hofstede, 2019).	POSITIVO	OPORTUNIDAD
Social	Las sociedades chilenas buscan tener sistemas legales elaborados para estructurar la vida. Chile tiene índices de corrupción sumamente bajos. Debido a su alto puntaje de incertidumbre, se encuentra una gran dependencia de los expertos, las autoridades,	MUY POSITIVO	OPORTUNIDAD

	esto se en su mayoría entre los empleados no administrativos (Hofstede, 2019).		
Tecnológico	95% de los chilenos ve una oportunidad en el gran protagonismo que hoy están cobrando las tecnologías en el ámbito laboral, cifra con la que ocupa el segundo lugar en el ranking mundial (Randstad, 2020).	MUY POSITIVO	OPORTUNIDAD
Tecnológico	Investigación reveló que 82% de los chilenos considera que necesita más formación para mantenerse al tanto de los avances tecnológicos, una de las cifras más altas a nivel mundial (Randstad, 2020).	POSITIVO	OPORTUNIDAD

Fuente: Elaboración propia basada en diversas fuentes mencionadas en la tabla 1 – 1.

1.4.2. Análisis Porter

El análisis de las cinco fuerzas de Porter es un modelo estratégico elaborado por el ingeniero y profesor Michael Eugene Porter de la Escuela de Negocios Harvard, en el año 1979. Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de una industria, para así poder desarrollar una estrategia de negocio. Este análisis deriva en la respectiva articulación de las 5 fuerzas que determinan la intensidad de competencia y rivalidad en una industria, y, por lo tanto, en cuan atractiva es esta industria con relación a oportunidades de inversión y rentabilidad (Porter, 1979).

Se refería a estas fuerzas como del microentorno, para contrastarlas con fuerzas que afectan el entorno en una escala mayor a la industria, el macroentorno. Estas cinco fuerzas son las que operan en el entorno inmediato de una organización, y afectan en la habilidad de esta para satisfacer a sus clientes, y obtener rentabilidad.

Industria de aislamiento térmico:

Tabla 1 - 2. Amenaza de nuevos competidores

Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Capital social y constitución	0,33	4	1,32
Economías de escala	0,33	2,5	0,825
Diversificación no concéntrica de empresas ya posicionadas	0,33	4,5	1,485
TOTAL	1,0	11	3,63

Fuente: Elaboración propia basada en información del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2017), Corporación de fomento de la producción (2020), MASISA (2020), Rootman (2020).

En Chile existe la oportunidad para constituir sociedades anónimas, RUT de comerciantes, compañías limitadas, entre otras, que facilitan el proceso de constitución de empresas en un día y completamente en línea, siendo este uno de los mejores tiempos en el mercado internacional. Existe una completa apertura para que este proceso sea realizado por extranjeros. Así mismo el capital inicial para su constitución, no necesariamente tiene que ser en efectivo, sino puede ser en activos de bajo costo y no presenta un capital mínimo de constitución. Este factor ciertamente denota una baja barrera de entrada a productos sustitutos similares comercializados en el exterior y por ende una alta amenaza de nuevos entrantes (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2017).

Adicionalmente, existen gran cantidad de programas de financiamiento y auspicio por parte de la CORFO para materiales de construcción e innovación en favor a productos que se acoplen a cumplir los objetivos de la CORFO para 2025 entre los cuales incluyen construcción industrializada la cual implica que el 80% de la construcción deberá ser fabricada fuera de obra y el plan de sostenibilidad RSE enfocado a la economía circular en materiales de construcción (Corporación de fomento de la producción, 2020).

En cuanto al parámetro de economías de escala, en Chile no existen productores de nuestro producto, sin embargo, compañías como Masisa y otras productoras de aglomerados tienen una facilidad muy grande para producir dicho producto pues ellos son los principales productores de aserrín. Así mismo, debido a la organización de estos productores y considerando que son muy pocos y tienen gran poder, pueden manipular el costo de la materia prima a su favor. No obstante, como esta es una hipótesis a futuro ya que el producto aún no se lanza al mercado en América Latina, tomamos el costo de oportunidad para ofrecer una calificación neutra en este punto. E incluso tomando en cuenta que la inversión para desarrollar el producto es bastante baja pero el Know-how y

la logística operacional e investigación para ofrecer sus propiedades es bastante alta (MASISA, 2020).

Para el producto como tal no existen competidores en el mercado chileno, sin embargo, existen algunos productos sustitutos como los paneles modulares de Rootman (paneles aislantes a base de raíes de soja) y otras empresas de aislamiento térmico tradicionales quienes podrían entrar con facilidad al mercado (Rootman, 2020).

Tabla 1 - 3. Amenaza de productos sustitutos

Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Numero de sustitutos	0,2	1	0,2
Diferenencia de precios	0,3	2	0,6
Diferenciación de producto	0,5	1	0,500
TOTAL	1,0	4	1,3

Fuente: Elaboración propia basada en información de Aislacel (2020), Masisa (2020), Rootman (2020).

Los principales productos sustitutos del panel mileciar radican en los sistemas de aislamiento térmico tradicionales que no necesariamente cumplen con la función de aislamiento acústico y mucho menos con características ecológicas y sostenibles; adicionalmente Rootman, la única alternativa presente en el mercado que presenta un Ruc agrícola, por lo que puede presentar cierta ventaja competitiva arancelaria por el hecho de usar raíces de soja para su sistema de aislamiento, no obstante no se encuentran en la capacidad de suplir su demanda por el límite en tiempos de crecimiento que la soja antepone. En cuanto a las formas de aislamiento tradicionales que consideran el uso de materiales inflamables como el poliestireno expandido y la lana mineral, estos métodos constituyen tiempos de logística e instalación mucho mayores y tomando en cuenta que los costos de materia prima y mano de obra directa e indirecta son mayores (Aislacel, 2020). Tanto este sustituto como el de Rootman, constituyen opciones mucho más caras en términos de costos, con menores beneficios y la primera no presenta procedimientos ni materiales ecológicamente consientes. Claramente, los productos sustitutos no representan una amenaza (Masisa, 2020; Rootman, 2020).

Tabla 1 - 4. Poder de negociación de los compradores

Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Numero de Ofertantes	0,2	2	0,4
Disponibilidad de Información	0,2	1	0,2
Costo de cambio de producto	0,4	1	0,4
Evasión de la Incertidumbre	0,2	2	0,4
TOTAL	1,0	6	1,4

Fuente: Elaboración propia basada en Masisa (2020), Rootman (2020), Baux (2020), Hofstede (2019).

Al ser un producto sustituto en la industria analizada: la de los aislantes térmicos, no existe un número alto de ofertantes, sin embargo, se debe tomar en cuenta que las barreras de entrada son relativamente bajas y que existen posibles competidores quienes se encuentran ya posicionados y con capacidad instalada para replicar el producto como lo son Masisa y Rootman, por ende, nuestro panel no da la calificación más baja en esta variable.

En cuanto a la disponibilidad de información, cabe recalcar que esta es baja entre los clientes, esto como consecuencia de la naturaleza del producto. Tomando en cuenta el bajo costo de inversión inicial, los competidores presentes a nivel mundial no ofrecen mucha información a sus clientes, sino solo la necesaria puesto que el producto está sujeto a patentes (Baux, 2020).

Como se ha mencionado, el costo del producto supera en gran manera a aquellos presentes en el mercado en términos de eficiencia en costos, por lo que esta variable no representa amenaza alguna.

Por último, cabe recalcar que la evasión de la incertidumbre según Hofstede (2019) puntúa 86, siendo esta una de las más altas en Latinoamérica, por lo que se puede encontrar con un público meta reactivo a la innovación de nuestro producto.

Tabla 1 - 5. Poder de negociación de los proveedores

Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Número y tamaño de Proveedores	0,33	2	0,66
Posibilidad de integración vertical hacia a delante	0,33	3	0,99
Costo de cambio	0,33	2	0,7
TOTAL	1,0	7	2,31

Fuente: Elaboración propia basada en información del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2017).

Considerando que las materias primas son desperdicios de otras industrias, el costo de los insumos es nulo. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que los proveedores pueden aspirar a desear dar un costo a sus desechos cuando exista quienes lo usen, considerando así mismo la cantidad de los competidores como poca, puede que esta variable no tenga una relevancia actual alta, sin embargo, se debe considerar la hipótesis de aumento de precios antes mencionados. El 89.1% de las empresas de silvicultura y pesca en Chile declara que el 25% o más de sus ventas provienen de un solo cliente grande, por lo que se infiere que el poder de negociación de las empresas de este rubro es bastante bajo. Y ese 89.1% son solo ventas concentradas y solo el 5% de sus ventas son al cliente final (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2017).

Así mismo según el Ministerio de economía, fomento y Turismo Chile, la agrosilvicultura y pesca, es el sector con menor diversificación de clientes. Sin embargo, también se debe mencionar que es el sector un porcentaje bastante alto de exportadores por empresa con un 16.9% en Chile (ibid.).

El sector agrosilvicultura, es una de las industrias más predominantes en Chile con un 10.6% en demografía empresarial, por lo que el tamaño y numero de proveedores es vasto y por ende el costo de cambio es menor. Se debe reconocer asimismo que, por el bajo costo de capital inicial, y el gran posicionamiento de las empresas de la industria de la silvicultura, los proveedores presentan una gran amenaza al disponer de capital y materias primas, al tener posible una integración vertical hacia a delante considerando nuestro producto (ibid.).

Tabla 1 - 6. Rivalidad de los competidores

Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Diferenciación y know-how	0,3	2	0,6
Posible competencia de precios	0,4	2	0,8
Lealtad a la Marca	0,3	2	0,6
TOTAL	1,0	6	2

Fuente: Elaboración propia basada en información de Hofstede (2019), BAUX (2020).

El bajo nivel de individualismo de la cultura chilena permite inferir que la lealtad de marca puede ser relativamente baja en la industria puesto que no se apegan al tradicionalismo. El número de competidores, como se ha mencionado antes, es limitado al ser este un producto sustituto y por ende empresas con economías de escala no presentan una amenaza tangible o por lo menos no al corto o mediano plazo (Hofstede, 2019).

Ciertamente, nuestro producto requiere de cierto nivel de know-how lo cual considera su ventaja competitiva. Sin embargo, el bajo costo y accesibilidad de materias primas, podrían ciertamente desencadenar un canibalismo en competencia de precios con futuros competidores (BAUX, 2020). No obstante, cabe recalcar que el posicionamiento de marca de empresas en el mercado exterior es uno de sus mayores activos.

Figura 1 - 9. Resumen análisis Porter



Fuente: Elaboración propia basado en los resultados de las tablas 1 - 2 a 1 - 6.

1.5. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

Uno de los pilares estratégicos de este proyecto tiene que ver con la puesta en vigencia de nuevas legislaciones en el ámbito ambiental en Chile, siendo la principal la ley REP (Responsabilidad Extendida al Productor). Ley que, como fue mencionado anteriormente, obligará a múltiples industrias matriz del país a optar por materiales amigables con el medio ambiente, en caso de que no estén dispuestos a gestionar los materiales que utilizan actualmente.

Otro punto fuerte de este proyecto es la creciente tendencia de los consumidores a optar por alternativas con baja huella de carbono, estando dispuestos incluso a pagar ligeramente más en comparación con alternativas comunes derivadas del petróleo.

1.5.1. Riesgos

Los riesgos críticos considerados para el proyecto están basados en tornos a los análisis financieros y de estabilidad del negocio.

Tabla 1 - 7. Análisis de riesgos

Riesgos	Mitigación
Caída en las ventas: La variable más importante a controlar son las ventas ya que una caída de ellas impacta directamente en la rentabilidad del negocio. Según el caso pesimista del análisis de sensibilidad, una caída en las ventas puede llegar a generar 60%-90% de baja en la rentabilidad de la empresa.	• Contratos con clientes que permitan mantener un ingreso estable. • Convenios con revendedores
Fuga de personal clave: Una fuga del personal clave en la etapa formativa de la empresa constituye un riesgo crítico en la continuidad de esta. Para minimizar este riesgo se debe llevar a cabo una eficiente transferencia de conocimiento y metodologías desde el conocimiento personal	• Modelo de Incentivos • KPI • Fidelización

a un conocimiento documentado y aplicado en metodologías y procedimiento de trabajo de la empresa. Medidas del tipo económico como compensaciones salariales son incluidas como un refuerzo a la identificación con la empresa.	
Accidente en planta productiva: Dentro de las actividades a realizar en faena se describen las actividades del tipo administrativo y de seguridad. Si bien el personal no es expuesto directamente a los riesgos inherentes de la operación productiva, un caso de accidente puede provocar efectos catastróficos en la empresa, tanto por la cancelación de la operación de la planta, sino que también por el historial con que quedaría la empresa. Al ser una empresa pequeña el índice de accidentabilidad controlado por ASCH sería muy alto, lo que impactaría negativamente en las operaciones.	• Gestión de seguridad • Capacitación • Prevención de riesgos
Riesgo de Mercado: Corresponden aquellas incertidumbres asociadas a variaciones que afectan los activos y pasivos de la empresa.	• Distintos Escenarios financieros para anticipar posibles turbulencias del mercado.
Riesgo tipo de cambio: En la industria nacional, es relevante mantener acotado el riesgo cambiario sobre los precios de insumos que afectan la producción del Champiñones.	• Establecer contratos que permitan el control del tipo de cambio.
Contaminación de otras especies fúngicas	• Automatizar la mayoría de los procesos delicados además de tener un control exhaustivo de estos.

Fuente: Elaboración propia

1.5.2. Modelo de negocio

Business Model Canvas, traducido como lienzo de modelo de negocio, es una plantilla de gestión estratégica para el desarrollo de nuevos modelos de negocio o documentar los ya existentes. Es un gráfico visual con elementos que describen propuestas de producto o de valor de la empresa, la infraestructura, los clientes y las finanzas. Ayuda a las empresas a alinear sus actividades mediante la ilustración de posibles compensaciones. Determinar las principales variables que repercuten en la densidad del material con la finalidad de modificar sus propiedades y así satisfacer de mejor manera las necesidades del mercado (Andrade, 2012).

Figura 1 - 10. Modelo Canvas

Key Partners  - Proveedores de materias primas: Silvicultores Madereras GIBAGO - Stakeholders: Constructoras Ingenier@s Arquitect@s Diseñador@s Gobierno Biologos Investigadores Universidades - Distribuidores Ferreterías Retail GIBAGO 3iE (Incubadora)	Key Activities  - Diseño y Fabricación industrial de paneles modulares aislantes termoacusticos e ignifugos de micelio - Optimización y estandarización de la formula - I+D en biomateriales. Key Resources  - Recurso humano - Residuos de madera - Esporas de hongo - Agua - Energia electrica - Infraestructura - Equipo CNC - Termoformadora - Materiales para los moldes	Value Propositions  - Aclimatación modular de espacios de forma rapida y asequible. - Aumento de la calidad en el habitar. - Eficiencia energetica de inmuebles. - Diseño de interiores funcional.	Customer Relationships  - Productos personalizados - Experiencias de prueba en vivo - Canal audiovisual online para exponer funcionalidades - Ferias Channels  - Pagina web - Redes sociales - Puntos de venta fisicos - Tienda en fabrica - Publicidad - Campañas ads. - Alianzas con empresas revendedoras. B2B	Customer Segments  - Personas con edades entre 24 y 50 años del segmento C3 principalmente que deseen aumentar la calidad de sus espacios habitables - Ferreterías - Retail - Constructoras - Arquitect@s - Diseñadores de interior
Cost Structure  - Energía electrica - Transporte de materias primas - Gas para la esterilizacion - Insumos - Materiales para los moldes - Pago de Arriendo - Publicidad - Costos operacionales de la plataforma web - Sueldos - Esporas - Compra de equipos - I+D - Costo de Fabricacion de moldes termoformados -		Revenue Streams  - Ventas por menor y mayor - Asesorías - Colaboraciones - Patentes y licenciamiento - Arriendo de paneles para eventos		

Fuente: Elaboración propia para concurso 3ie.

El modelo de negocios de este proyecto se basa en la comercialización de las palmetas de micelio, trabajando estrechamente con los clientes (usuarios, constructoras, agencias de diseño/arquitectura) para conocer sus opiniones y mantener sus necesidades satisfechas, y con investigadores para tener un ciclo continuo de innovación y así tener

productos de vanguardia. Una porción importante del capital de trabajo será destinada a la investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento (I+D+i+e) con el propósito de mantener la competitividad de los productos, e incluso generar emprendimientos *spin-off* o derivados de la investigación.

Más adelante se planea aumentar el catálogo de productos biobasados que cubran más necesidades y que puedan sustituir a materiales tradicionales contaminantes.

Como una siguiente etapa se pretende pasar de ser una empresa productora de productos biobasados a ser una empresa integral de mejora, la cual se dedique al diagnóstico, plan de mejora y ejecución de obras de distintas índoles donde puedan ser aplicados biomateriales

1.6. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA

La dimensión tecnológica es relativa en cuanto a biomateriales se trata. La complejidad en la fabricación depende principalmente de las características deseadas. En el caso del micelio, las características propias del hongo *Ganoderma Lucidum* son las necesarias para las palmetas aislantes, lo que facilita enormemente el proceso de fabricación. Teóricamente, lo único necesario para el correcto cultivo de micelio es poder controlar las variables de humedad, iluminación y temperatura del ambiente en el que estén creciendo.

El micelio tiene un comportamiento similar a la espuma de poliestireno en cuanto a adaptarse a la forma del recipiente en el que se encuentra se trata. La variable que define el nivel de detalle que el micelio puede llegar a tener el tamaño de las partículas de sustrato. Considerando las dimensiones, peso y densidad de las palmetas se ha considerado que moldes termoformados de láminas de PET son una alternativa rentable y viable para el proyecto, que ya son 100% reciclables y de fácil acceso.

La dimensión tecnológica de este proyecto depende en gran parte de los volúmenes de producción. Mientras mayor sea la cantidad que se desee producir de palmetas, mayores serán las necesidades tecnológicas para controlar adecuadamente el proceso de cultivo. Esto se definirá en la evaluación económica.

1.7. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo de titulación es analizar la factibilidad técnica y económica del desarrollo de palmetas aislantes termoacústicos e ignífugos biobasadas en micelio enfocados en la industria de la construcción, arquitectura y diseño.

En base al objetivo general de la investigación, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar características, propiedades y posibles aplicaciones de las palmetas de micelio.
- Estudiar contexto y mercado actual de materiales de aislación en el país.
- Investigar sobre los materiales de aislación actuales y compararlos con el micelio.
- Producir y experimentar con prototipos en laboratorio.
- Determinar las principales variables que repercuten en la densidad y dureza del material con la finalidad de modificar sus propiedades y así satisfacer de mejor manera las necesidades del mercado.
- Definir proceso de fabricación ideal en términos financieros y técnicos.
- Realizar análisis financiero para determinar factibilidad económica y posible comercialización dentro y fuera de Chile.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE Y DISEÑO CONCEPTUAL

2. ESTADO DEL ARTE Y DISEÑO CONCEPTUAL

En este capítulo serán expuestas las definiciones técnicas y económicas preliminares del proyecto.

2.1. RESTRICCIONES Y OBLIGACIONES LEGALES Y AMBIENTALES

Según el Servicio de Impuestos Internos (2020), antes de iniciar cualquier actividad comercial, es de vital importancia definir los aspectos principales que regirán a la nueva Empresa, independientemente del rubro o giro elegido. La creación de una empresa en Chile, a modo esquemático, consta de seis pasos:

- Constitución de Sociedad
- Inscripción en Registro de Comercio
- Publicación en el Diario Oficial
- Iniciación de Actividades y obtención del RUT (Rol Único Tributario)
- Documentos Tributarios
- Solicitud de Permisos (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2020)

Debido a que la planta productiva de este proyecto se basará en materiales biológicos, se debe considerar cumplir con los requerimientos ambientales generales del país y los locales de acuerdo con la ubicación estratégica de la planta productiva, la cual deberá estar emplazada en un sitio estratégico que tenga cercanía con las fuentes de materias primas (aserrín) y las áreas de mayor consumo de nuestros productos.

En Chile existe el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) encargado de la gestión ambiental en el país. El SAG tiene como competencias ambientales, a través de su participación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y en su Ley Orgánica, la defensa y conservación de suelos, protección de la flora y fauna silvestre (incluyendo la protección del equilibrio ecológico y la conservación del patrimonio ambiental) y la prevención de la contaminación de los recursos naturales o protección de la calidad del aire, suelo y agua (Servicio Agrícola y Ganadero, 2020). El SAG es el encargado de certificar que el material de aislamiento se encuentra inerte y no presenta peligro biológico alguno al momento de llegar a la etapa de comercialización al extranjero.

Por otro lado, existen los acuerdos de producción limpia, los cuales deben ser respetados. Un Acuerdo de Producción Limpia (APL) es un convenio celebrado entre un sector empresarial, empresas y los organismos públicos con competencia en las materias del acuerdo, cuyo objetivo es aplicar producción limpia a través de metas y acciones específicas. El objetivo general de los APL es servir como un instrumento de gestión que permite mejorar las condiciones productivas, ambientales, de higiene y seguridad laboral, de eficiencia energética, de eficiencia en el uso del agua, y otras materias abordadas por el acuerdo, de las empresas de un determinado sector productivo que lo suscriben, buscando generar sinergia y economías de escala en el logro de los objetivos acordados. De igual forma, busca aumentar la eficiencia productiva y mejorar la competitividad (Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, 2020).

Las plantas de producción de materiales deberán cumplir con la normativa legal y reglamentaria vigente, la que en forma general y en lo que resulta pertinente.

Para la instalación de plantas de producción de materiales, se deberán considerar que este tipo de instalaciones deberá ser emplazada cercana a los frentes de trabajo. Esa condición minimiza, en general, las distancias de viaje y, por ende, la emisión de material particulado y el efecto de ruido y vibraciones. Otro aspecto que se deberá tener en cuenta al momento de localizar una planta es la dinámica eólica natural. Se deberá prevenir dicha localización a barlovento de un asentamiento humano, ubicado a menos de 1.000 (m). De no ser posible esto último, se deberán proponer a la Inspección Fiscal local las medidas preventivas pertinentes para su análisis y aprobación (Gestión en Recursos Naturales, 2015).

Además, se debe dimensionar si es necesario obtener un permiso ambiental de plantas industriales.

Se entenderá por proyectos industriales aquellas urbanizaciones y/o loteos con destino industrial de una superficie igual o mayor a veinte hectáreas (20 ha); o aquellas instalaciones industriales que generen una emisión diaria esperada de algún contaminante causante de la saturación o latencia de la zona, producido o generado por alguna(s) fuente(s) del proyecto o actividad, igual o superior al cinco por ciento (5%) de la emisión diaria total estimada de ese contaminante en la zona declarada latente o saturada, para ese tipo de fuente(s) (SEIA, 2020).

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo, es decir que permite a la autoridad determinar antes de la ejecución de un proyecto si éste:

- Cumple con la legislación ambiental vigente.
- Se hace cargo de los potenciales impactos ambientales significativos.

El proceso de evaluación culmina con una resolución que califica ambientalmente el proyecto evaluado, aprobando o rechazando (Servicio de Evaluación Ambiental, 2020).

Como nuestra planta puede estar más ligada a la agroindustria, debido a que este proyecto se basa en el cultivo de micelio de hongos, se deben considerar otros factores.

La agroindustria puede tener también efectos colaterales perjudiciales para el medio ambiente. Sin un control, la agroindustria, lo mismo que las demás industrias, puede crear contaminación ambiental o riesgos ecológicos en distintas formas: descarga de residuos orgánicos o peligrosos en los suministros hídricos; emisión de polvo o gases que empeoran la calidad del aire y producen sustancias tóxicas; y la utilización de maquinaria peligrosa para la seguridad y salud de los trabajadores. La gravedad de los problemas de contaminación provocados por la actividad agroindustrial varía mucho, pero parece evidente que los procedimientos de transformación de biomateriales son en general de menor utilización intensiva de energía y liberan menos CO₂ y residuos metálicos que la mayoría de las demás actividades industriales. Los riesgos de contaminación son relativamente menores en las etapas iniciales de conservación y transformación, pero pueden aumentar al crecer el nivel de la alteración física y química, especialmente en las industrias que utilizan equipo y tecnología anticuados (las nuevas tecnologías son menos contaminantes que las antiguas en cuanto a residuos y emisiones por unidad de producto). El tamaño de la industria puede ser un factor importante, pero no determinante en sí mismo. De hecho, las agroindustrias grandes y centralizadas pueden ser fuentes importantes de contaminación local, mientras que las industrias en menor escala pueden producir también contaminantes dispersos con un efecto acumulativo en una determinada región geográfica. Las políticas alimentarias, agrícolas nacionales y de comercio internacional son un factor determinante de la división internacional del trabajo y la distribución geográfica de la producción agrícola y agroindustrial. Tienen también importancia decisiva las políticas que influyen en los precios de los insumos y productos tanto para los productores, como para los fabricantes y consumidores. Un aspecto importante de las políticas de protección agrícola es el fenómeno de que los aranceles de

los productos agrícolas elaborados son generalmente más altos que los aplicados a sus productos básicos primarios. Esta diferencia de aranceles entre el producto elaborado y su correspondiente producto primario se suele designar como progresividad arancelaria. Desde hace muchos años los países en desarrollo han señalado la progresividad arancelaria como una importante cuestión relacionada con el acceso al mercado y un obstáculo notable a sus esfuerzos por establecer industrias de elaboración.

2.2. DEFINICIÓN DEL MERCADO, USUARIO Y CLIENTE

Actualmente existen variados métodos y productos aislantes y de recubrimiento interior en el mercado. La mayoría basados en materias primas industriales poliméricas y algunas biobasadas. Nombraremos algunos:

- Fibrocemento
- Yeso cartón
- Recubrimientos de madera
- Madera aglomerada
- Viruta de madera
- Poliuretano
- PVC
- Fibra mineral
- Fibra de bambú
- Vidrio
- Policarbonato
- Metal
- Piedra volcánica
- Compuesto (aluminio-polímero-aluminio)

Figura 2 - 1. Empresas proveedoras de material de aislación térmica

Empresas Proveedoras de Materiales de Aislación Térmica						
Empresa	Orden de Respuestas					TOTAL
	1era Resp.	2da. Resp.	3ra. Resp.	4ta. Resp.	5ta. Resp.	
3M			1			1
Aislantes Nacionales		1	1			2
Alimco- Inoaum				1		1
Basf	1		1			2
Construmart	1	1	2			4
Easy	3	14		1		18
Ferretería Arrayán				1		1
Ferretería Eltit	1					1
Ferretería Nueva Imperial			1	1		2
Ferretería MTS			2			2
Ferreterías	1		2			3
Glastech		1				1
Homecenter Sodimac	20	4			1	25
Isover		1				1
Knauf			1			1
R&R	1			1		2
Veka	1	1				2
Vetro System		1				1
Vitralum		1				1
Volcan	3	1			1	5
TOTAL	32	26	11	5	2	76

Fuente: Sánchez (2011)

Sin embargo, cuando se procede a analizar la cadena de valor asociada a la entrega de soluciones integrales de aislación térmica de estas empresas para las distintas industrias del país, y en particular para el de la construcción de viviendas, es posible corroborar que en Chile también se da uno de los principales problemas existente en países más desarrollados a la hora de incentivar el desarrollo de este mercado. Existe una alta complejidad y fragmentación de su cadena de valor, lo que impide la generación de enfoques de solución integral (Sánchez, 2011, p. 85).

En cuanto al usuario, se apuntará principalmente a los residentes de viviendas que quieran mejorar la eficiencia energética de su hogar, es decir ahorrar en costos de calefacción, especialmente durante el invierno. Otros de los problemas que los usuarios estén interesados en solucionar pueden ser aumentar su privacidad con aislamiento acústico y reducir el riesgo de incendios de su hogar. Todo esto teniendo una huella de carbono menor en comparación al utilizar alternativas tradicionales.

Las palmetas de micelio están pensadas para que cualquier persona pueda rehabilitar térmica y acústicamente su hogar sin necesidad de hacer reformas mayores en la construcción y con una inversión relativamente baja, manteniendo o incluso mejorando la estética y calidez del lugar.

Se ha considerado que los clientes de este producto pueden ser tanto los mismos usuarios de las viviendas (residentes) o las constructoras o agencias de diseño que desean incluirlo en sus proyectos.

2.3. CUANTIFICACIÓN DEL MERCADO

La cuantificación de mercado se realiza en tres niveles:

- Determinar el mercado potencial
- Cuantificar la intención de compra
- Realizar una previsión de ventas

Estos tres niveles se resuelven con intervenciones de investigación diferentes.

Para determinar el mercado potencial, la información que se va a aportar es cuántas personas o empresas pueden llegar a ser compradores o usuarios del producto o servicio en cuestión. Es una información que en la mayoría de las ocasiones se puede obtener mediante estudio de gabinete. Pero como este producto se refiere a una innovación en el mercado será necesario empezar por el segundo nivel.

Cuantificar la intención de compra supone responder a la pregunta de cuántas personas que forman parte del mercado potencial estarían dispuestos a adquirir este producto o servicio en concreto. Es decir, exactamente ese producto, con su precio, su formato, su marca y todo el resto de los atributos que lo convierten en único. Ya no hablamos de compradores de una categoría de productos, sino de cuántos declaran que estarían dispuestos a comprar ese producto o servicio en concreto. Para ello deberemos recurrir a algún estudio cuantitativo.

Pero una cosa es cuántos posibles compradores declaran que estarían dispuestos a comprar un producto y otra cosa es el mercado en el que se puede accionar y por lo tanto, convertir la intención de compra en una venta. Este último paso es la previsión de ventas, donde no solo se cuantifica cuántos clientes potenciales estarían dispuestos a comprar el producto o servicio en cuestión, sino que además se tiene en cuenta el impacto de las acciones comerciales y de comunicación de la compañía y de su competencia, para determinar cuántas unidades se van a vender. Dar respuesta a esta cuestión implica realizar un estudio cuantitativo seguido de trabajo de gabinete.

2.4. OBJETIVOS DEL PRODUCTO

Las aristas de gran importancia en este producto tienen que ver con las funcionalidades y las satisfacciones que pueden generar en los usuarios. Debido a la gran cantidad de beneficios que puede otorgar el material (micelio) se lo puede enfocar en la optimización de las características en el proceso de fabricación. Como dato relevante se han usado recomendaciones técnicas creadas por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), con las cuales se crea un producto funcional y a la vez que cumpla con las normas técnicas y reglamentaciones existentes en el país.

Es importante que el producto iguale o supere los beneficios de otros materiales del mercado (como el poliestireno expandido, su principal competidor y sustituto), además de ser comercialmente competitivo.

Figura 2 - 2. Propiedades físicas del poliestireno expandido

PROPIEDADES FISICAS		ENSAYO SEGÚN	UNIDAD	RESULTADO DEL ENSAYO		
Tipos de protección de calidad		Especificaciones de calidad GSH		PS 15 SE	PS 20 SE	PS 30 SE
Tipos de aplicación		DIN 18164, parte 1		W	WD	WS + WD
Densidad aparente mínima		DIN - EN - 1602	Kg/m³	15	20	30
Clase de material de construcción		DIN 4102		B1, difícilmente inflamable	B1, difícilmente inflamable	B1, difícilmente inflamable
Conductividad térmica	Medida a + 10 °C	DIAM 52612	mW/(m - K)	36 - 0,038	33 - 0,036	31 - 35
	Valor calculado según DIN 4108	DIAM 4108	mW/(m - K)	40	40	35
Tensión por compresión con 10% de recalado		DIN - EN 826	kPa	65 - 100	110 - 140	200 - 250
Resistencia a la presión permanente con recalado < 2%		ISO 785	kPa	20 - 30	35 - 50	70 - 90
Resistencia a la flexión		DIN - EN 12089	kPa	150 - 230	250 - 310	430 - 490
Resistencia al cizallamiento		DIN 53427	kPa	80 - 130	120 - 170	210 - 260
Resistencia a la tracción		DIN - EN 1608	kPa	160 - 260	230 - 330	380 - 480
Modulo E (ensayo de compresión)		DIN - EN 826	MPa	1,0 - 4,0	3,5 - 4,5	7,5 - 11,0
Estabilidad Dimensional al calor a corto plazo		----	°C	100	100	100
Estabilidad Dimensional al calor a largo plazo con 20kPa		----	°C	75	80	80
Coeficiente de dilatación térmica lineal		----	1/K	5 - 7·10-5	5 - 7·10-5	5 - 7·10-5
Capacidad térmica específica		DIN 53765	J/(kg - K)	1210	1210	1210
Absorción de agua por inmersión (en vol.)						
Despues de 7 días		DIN - EN 12087	Vol. %	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5
Despues de 28 días		DIN - EN 12087	Vol. %	1,0 - 3,0	1,0 - 3,0	1,0 - 3,0
Indice de resistencia a la difusión de vapor de agua		DIN - EN 12086	1	20/50	30/70	40/100
Calculo según DIN4108/parte4 (valor mas y menos ventajoso)						

Fuente: Aislapanel y Aislacentro (2010)

El producto mínimo viable (MVP) de este proyecto será un panel decorativo interior que cumplirá funciones de recubrimiento y aislación termo acústica además de protección al fuego. También permitirá reemplazar terminaciones de muros complejas de ejecutar por un recubrimiento de fácil instalación.

“Los paneles decorativos interiores pueden ser instalados sobre la cara de un muro o tabique, o formar parte de un tabique aportando o no otros requerimientos para el tabique o muro del que forma parte” (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020b).

Según la Corporación de Desarrollo Tecnológico (2020b), las características básicas que debiera tener un panel de recubrimiento interior (no jerarquizadas) son:

- Aislante térmico
- Aislante acústico
- Absorción acústica
- Resistente al fuego
- Incombustible
- Resistente a la humedad
- Bajo riesgo de condensación
- Inerte a acción de hongos y termitas
- Durable
- Aporte en la calidad del aire interior
- Fácil de instalar directo sobre estructura o pared de apoyo
- Puede o no requerir de base de apoyo
- Rápida instalación
- Solución terminada (p. 11)

2.4.1. Los KPI's en los objetivos cualitativos

Los Key Performance Indicators (KPI's) miden el grado de cumplimiento de los objetivos marcados. Definir los correctos es todo un reto y más aún establecer cuántos usar, pero si se han establecido adecuadamente los objetivos será más fácil elegir la métrica correcta para cada uno. Los indicadores cualitativos son aquellos que están relacionados con las percepciones y las experiencias de los clientes en relación con la calidad del servicio o producto ofrecido, conceptos que son personales y totalmente subjetivos.

2.4.2. KPI's de satisfacción (corto plazo) que se transforma en fidelización a largo plazo

- Customer Satisfaction Score, corto plazo (CSAT). Índice de satisfacción del cliente.

- Net Promoter Score, largo plazo (NPS). Índice de recomendación, mide la posibilidad de que un cliente recomiende el servicio/producto a alguien más.
- Customer Effort Score (CES), medición del esfuerzo/tiempo del cliente, busca establecer una puntuación en función de la facilidad de resolución de una incidencia o la facilidad en cumplimentar un formulario o solicitud, etc.
- SERVQUAL (mide servicio + calidad). Cómo ha sido el servicio recibido por el cliente y cómo cree el cliente que debería haber sido, las diferencias que resultan de la comparación indican en qué medida las expectativas de los clientes se desvían del servicio que realmente se ofrece.
- Feedbacks e interacciones documentadas (quejas, reclamaciones y sugerencias).
- Absentismo de los empleados
- Tasa de rotación/abandono empleados
- Duración media de la relación marca-cliente. La fidelidad del cliente en términos medios de continuidad y cantidad de compra o de uso. Se puede extraer también datos de las ventas B2C y B2B.

2.5. **ANÁLISIS Y DEFINICIÓN FUNCIONAL**

Las palmetas de micelio de Ganoderma pretenden ser una solución de rápida y sencilla instalación, ya sea mediante adhesivos, tornillos, imanes, entre otros. Paralelamente que cubran las necesidades de aislamiento termoacústico de los hogares y demás construcciones similares y que además reduzca el riesgo y propagación de incendios (suceso relativamente frecuente en varias zonas de Chile). Finalmente, que las palmetas al ser biodegradables y un sustituto ideal para el poliestireno expandido, reduzcan la huella de las edificaciones que las utilicen, tanto durante la construcción como en el deshecho de las palmetas, es decir el ciclo de vida completo.

2.5.1. **Factores para considerar:**

La siguiente información fue rescatada de dos ediciones técnicas de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción: Condensación Intersticial (2020c) y Condensación Superficial (2020d).

La condensación intersticial:

La condensación es el fenómeno por el cual el vapor de agua (gas) contenido el aire al enfriarse se transforma en agua líquida, para entender este fenómeno es necesario tener en consideración las siguientes definiciones. La condensación intersticial se puede minimizar considerando como mínimo la aislación térmica reglamentada y el buen uso de la vivienda en los aspectos de ventilación y la generación de humedad intradomiciliaria. Dependiendo de las condiciones climáticas y de zona térmica en que se emplace la edificación debe considerarse la aislación térmica en conjunto con una barrera de humedad y barrera de vapor adecuada a esta situación. La humedad por condensación intersticial se genera en el interior de las capas de un elemento de la envolvente perimetral y depende de la temperatura y presión de vapor de agua (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020b, p.15).

Condensación superficial:

La condensación superficial se puede minimizar considerando como mínimo la aislación térmica reglamentada y el buen uso de la vivienda en los aspectos de ventilación y la generación de humedad intradomiciliaria. Dependiendo de las condiciones climáticas y de zona térmica en que se emplace la edificación debe considerarse la aislación térmica en conjunto con una barrera de humedad y barrera de vapor adecuada a esta situación. La humedad por condensación superficial se presenta en superficies frías, cuando la temperatura de algún elemento tal como, muro, vidrio o metal, es inferior al punto de rocío del ambiente. (Punto de rocío: Es la temperatura máxima a la cual el ambiente se satura de vapor de agua) (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020d, p.15).

Factores que favorecen la condensación:

- Baja Temperatura Exterior
- Baja Resistencia Térmica del Complejo Envolvente
- Puente Térmico
- Calefacción de Llama Abierta
- Fuentes Generadoras de Vapor
- Mala Ventilación del Interior de la Vivienda
- Entrada de Aire Húmedo al Interior de la Vivienda

Problemas que genera la humedad en una vivienda:

- Generación de moho y hongos en muros.
- Oxidación de metales.
- Desprendimiento de papel mural y pinturas.
- Aumento de la conductividad térmica en algunos materiales.
- Deterioro de los materiales del elemento constructivo.
- Generación de enfermedades respiratorias.

Ventajas de prevenir la humedad:

- Reducción de aparición de mohos y hongos, además de las enfermedades asociadas a estos microorganismos, tales como, alergias.
- Reducción de enfermedades provocadas por la humedad, en especial en invierno.
- Aumento del nivel de confort higrotérmico.
- Ahorro de energía necesaria para calefacción.
- Aumento de la durabilidad de la vivienda y plusvalía.
- Aumento de la duración de los materiales.
- Aumento de la duración de los materiales y productos que conforman el elemento constructivo.
- Evita el aumento de la conductividad de los aislantes térmicos (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020b; Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020c, p.15)

En conclusión, se debe procurar que la construcción cuente con una barrera de vapor o instalar una previamente a la instalación de las palmetas en caso de el escenario lo amerite.

2.5.2. Facilidad de uso

Para que el producto sea atractivo para clientes y usuarios, este debe presentar facilidad en la instalación y versatilidad en los métodos de instalación.

Para ello se proponen 3 métodos principales de instalación de las palmetas:

- Adhesivos

El micelio es resistente a los adhesivos de construcción. Se recomienda utilizar Silicona antihongos para evitar la aparición de moho en caso de humedad.

- Tornillos

Si la superficie de apoyo lo permite, los tornillos son otra forma rápida y fácil de instalación. Un solo tornillo basta para sostener firmemente una palmeta.

- Imanes

En caso de desear un tipo de instalación temporal y querer reutilizar los paneles se recomienda utilizar imanes, idealmente N52. Para esta instalación es necesario colocar una placa metálica previamente.

Una parte fundamental para considerar es la instalación de las palmetas. Se puede proyectar en el proceso de diseño un sistema simple para el montaje de las palmetas con la finalidad de reducir tiempos y costos en la implementación de estos.

Al momento de proyectar un panel decorativo interior, debe tenerse en cuenta toda la reglamentación y normativa vigente exigida para la ubicación dentro de la edificación. Estas exigencias principalmente son para muros o tabiques que pertenecen a la envolvente de la edificación.

Características tales como el clima del recinto donde se instalarán, por ejemplo, si es un lugar húmedo o seco, influirán en el producto a diseñar. Si está ubicado en la zona norte o sur del país debiese cumplir distintas normas de aislación.

El recinto de instalación debe poseer condiciones de apoyo para sustentar las palmetas. Ya sean paredes de tabiques o muros estructurales, estos deben ser considerados con anterioridad.

Se debe considerar si el panel formará parte como una cara un tabique o será apoyado en un tabique o muro estructuralmente terminado además de si interactuaran con instalaciones de otro tipo como eléctricas, sanitarias, ventilación, etc. Por lo que deberá poder ser modificado en terreno (facilidad de corte, perforado y/o calado).

2.6. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Uno de los principales motivos por lo que se eligió la industria de la construcción, específicamente la rehabilitación termoacústica, es porque en esta área, la mayoría de las propiedades y características del micelio de *Ganoderma Lucidum* son aprovechadas y/o tienen ventajas que otros materiales de construcción no tienen.

Las principales características son (no jerarquizadas):

2.6.1. Biodegradable/Compostable

El producto es 100% biodegradable o incluso ser considerado compostable (dependiendo del cultivo en el cual se pretende utilizar), ya que está compuesto principalmente por celulosa y lignina procesada, compuestos con presencia mayoritaria de carbono.

Se debe procurar utilizar productos libres de compuestos derivados del petróleo en caso de necesitar incluir una capa protectora adicional o se desee cambiar la coloración de las palmetas, para que el producto se siga considerando 100% biodegradable y sin efectos adversos al suelo en caso de ser compostado. Se recomienda usar colorantes vegetales.

2.6.2. Aislante térmico-acústico

El micelio cuenta con una densidad variable según el método de fabricación, el sustrato utilizado y especificaciones deseadas, razón por la que es un material con excelentes propiedades aislantes.

En cuanto a la aislación acústica se pretende equiparar los índices de aislamiento acústico de paneles de esponja tradicionales (poliéster o poliamida).

Las fibras del sustrato unidas mediante el crecimiento micelial tienen bajas densidades (57 - 99 kg/m³) y conductividades térmicas bajas que oscilan entre (0.04 - 0.08 w/m*k).

Si lo comparamos con las propiedades de los productos convencionales tales como la lana de vidrio (57 kg/m³, 0.04 w/m*k) y el poliestireno expandido con (34 kg/m³, 0.03 w/m*k), material que actualmente domina el mercado de la aislación, pero junto a su significativa contaminación durante y al final de su ciclo de vida.

Esta comparación hace evidente la alternativa viable y de bajo costo que supone el uso del micelio como material aislante térmico.

En el ámbito acústico el propio micelio es un excelente absorbente acústico, con una fuerte absorción inherente de baja frecuencia (<1500 Hz) y supera el rendimiento del corcho y las tejas comerciales en la atenuación del ruido de las carreteras. Esta propiedad

no típica significa que el panel de micelio cultivado en un sustrato de residuos agrícolas y/o forestales puede proporcionar absorciones en el rango del 70 – 75% (Fuentes, 2020).

2.6.3. Dieléctrico

Las palmetas, al ser una parte de la construcción, es fundamental que no interfieran con el circuito eléctrico del sitio donde serán instaladas. El micelio es un material dieléctrico, es decir con baja o nula conductividad, lo que lo hace adecuado para este apartado.

2.6.4. Ignífugo

En lo que a la ignifugada se refiere, el micelio tiene un comportamiento especial frente a las llamas. El micelio, al estar principalmente compuesto de carbono, la superficie (entre 2 y 4 milímetros) se calcina y forma una capa de carbón que restringe la penetración del fuego, dejando las fibras interiores virtualmente intactas junto con sus propiedades de termoacústicas. Esto hace que el micelio esté clasificado como material resistente al fuego.

2.6.5. Resistente a impactos

Es importante para la mayor parte del ciclo de vida de las palmetas (embalaje, transporte, manipulación, instalación y uso) que las mismas sean resistentes a impactos. En el caso del micelio, su baja densidad y el hecho que las fibras de celulosa permanecen prácticamente intactas tras el cultivo del hongo, hace que este material sea óptimo como material de embalaje y por lo tanto resistente a impactos.

El composite de micelio normalmente es culpado por su bajo rendimiento mecánico, sin embargo, en estudios recientes que investigan el valor de la quitina en derivados de micelio han encontrado que este aglutinante es bastante fuerte con resistencias a la tracción de 25 MPa y en el extracto del cuerpo fructífero resistencias de 200 MPa (Fuentes, 2020).

2.6.6. Impermeable

Dependiendo del método de fabricación del micelio y principalmente su densidad, el micelio puede ser tanto absorbente o repelente al agua. En el caso de las palmetas, es deseable lograr la impermeabilidad en el material.

Su impermeabilidad se debe a las hifas, cadenas del grosor de una sola célula que es su conjunto forman el micelio, las cuales cubren la superficie de las materias, formando una capa hidrófoba similar al terciopelo a las plumas de aves acuáticas.

2.6.7. Densidad y dureza manipulable

Como fue mencionado anteriormente, la densidad (y por lo tanto la dureza) del micelio es fácilmente manipulable. Entre las variables que se alteran para este fin está la madera a elección y el grosor de las fibras de estas, además el tipo de hongo también tiene efecto en la dureza del material, pero la principal y más sencilla manera de manipular la densidad es mediante el uso de presión durante la etapa de expansión del micelio. Esto puede ser logrado mediante el uso de prensas o peso sobre los moldes en cultivo.

2.6.8. Liviano

La baja densidad del micelio hace que este sea sumamente liviano, lo que resulta útil para el transporte, al poder transportar más unidades, e instalación de las palmetas, lo que reduce el esfuerzo que debe realizar el trabajador.

2.6.9. Estructural

El micelio le debe su integridad estructural a la combinación de las fibras de celulosa provenientes de celulosa y al hongo que actúa como aglutinante de estas fibras. El micelio mantiene su forma y puede soportar cargas siempre y cuando esté en las condiciones ambientales adecuadas, sin embargo, no se recomienda como material estructural para construcciones. Es por esto por lo que se optó por la fabricación de palmetas y no ladrillos u otra pieza estructural para esta investigación.

2.6.10. Mecanizable

Las palmetas deben poder ser instaladas en distintos tipos y materiales de superficies, lo que implica diferentes métodos de instalación. Pueden ser instaladas mediante adhesivos, tornillos, imanes, entre otros, por lo que deben ser fácilmente mecanizables para adaptarse a estas modificaciones menores y en el caso de requerir cortar las palmetas que éstas mantengan su integridad estructural y no generar considerable material particulado.

2.6.11. Flotante

Gracias a su baja densidad y características de impermeabilidad, el micelio flota sobre el agua, propiedad que puede ser aprovechada para otra aplicación.

2.6.12. Autorreparable

El micelio tiene la capacidad de reconstruir o autor reparar secciones de su estructura que hayan sido dañadas por la manipulación, golpes u otra causa. Esto siempre y cuando el hongo todavía este vivo. En el caso de las palmetas, el hongo se vuelve inerte al final del proceso de fabricación, es decir el secado, pero este factor podría ser aprovechado en el futuro, lo que deja espacio para una investigación futura.

2.7. DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR

Figura 2 - 3. Prototipo de palmeta octangular



Fuente: Elaboración propia (prototipado de palmeta de micelio).

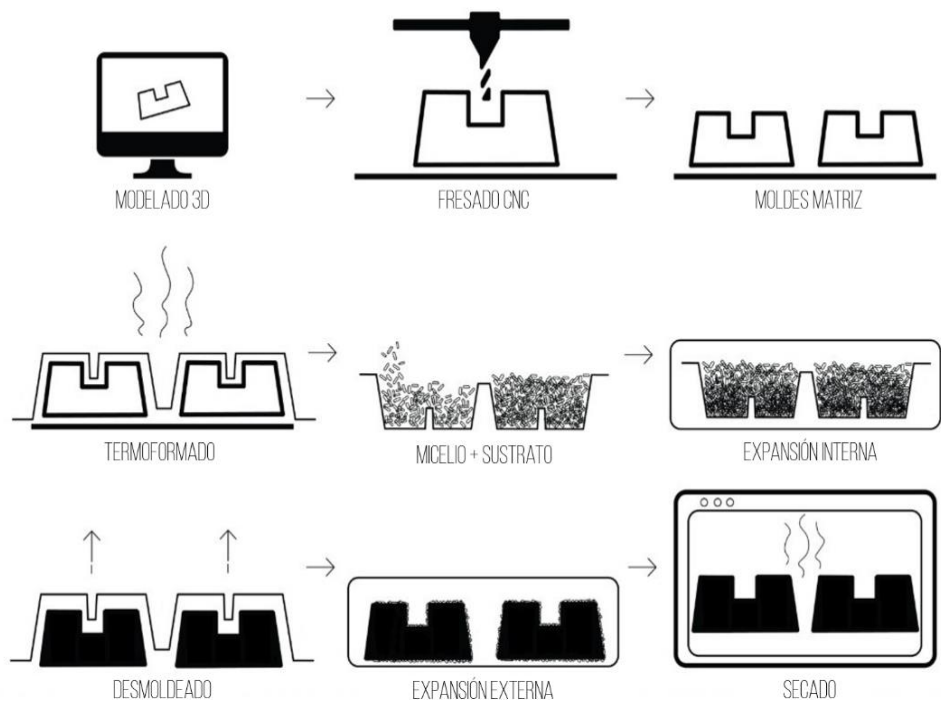
El producto mínimo viable (MVP) consiste en una serie de palmetas con distintas formas geométricas simples (cuadrado, triángulo, hexágono, paralelogramos, círculo) con aristas de medidas compatibles entre sí para formar una amplia gama de patrones que satisfacen al usuario.

Las dimensiones máximas las palmetas son 300 x 300 x 50 milímetro.

2.8. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS

2.8.1. Método de fabricación

Figura 2 - 4. Infografía de proceso de fabricación



Fuente: Elaboración propia (proceso de fabricación ilustrado).

Maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de palmetas de micelio

- Ordenador con programa de modelado 3D
- Fresadora CNC
- Termoformadora
- Horno convector

Cabe mencionar que las máquinas y equipos descritos anteriormente no son vitales para la fabricación del producto. Los moldes matrices pueden ser fabricados manualmente por un carpintero, los moldes también pueden ser fabricados a mano y el secado puede realizarse al aire libre. Estas maquinarias fueron incluidas en la descripción del proceso ya que aumentas precisión y reducen tiempos de fabricación.

2.9. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO EN TÉRMINOS DE RENDIMIENTO Y ESPECIFICACIONES FINALES

Como se mencionó anteriormente, el rendimiento y comportamiento de las palmetas de micelio debe ser, por lo menos, igual de bueno que el del poliestireno expandido, ya que es el material que se pretende sustituir al largo plazo y competir al mediano plazo.

Figura 2 - 5. Comparativa de materiales

	composite micelio			foam sintético						maderas					
				poluestireno		poliuretano		resina phe-nolica		contrachapado		madera blanda		madera dura	
	min	max	valora-cion	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
"densidad (kg/m3)"	59	552	1	11	50	30	100	35	120	460	680	440	600	850	1030
coste material (sustrato/kg)	0,07	0,17	2	2,1	2,3	8,2	10,4	1,7	1,9	0,5	1,1	0,7	1,4	3	11
tension tracción MPa	0,03	0,18	-2	0,15	0,7	0,08	103	0,19	0,46	10	44	60	100	132	162
tension compresión MPa	0,17	1,1	-2	0,03	0,68	0,002	48	0,2	0,55	8	25	35	43	68	83
tensin Flexion MPa	0,05	0,29	-2	0,07	0,7	0,21	57	0,38	0,78	35	78	9,9	11,5	10,5	11,5
resistencia al fuego	medio		-1	muy bajo		muy bajo		muy bajo		bajo		bajo		bajo	
conductividad termica (W7m*K)	0,04	0,18	1	0,03	0,04	0,006	0,8	0,03	0,04	0,3	0,5	0,08	0,3	0,2	0,5
absorción acustica NRC	70	75	2	0,2	0,6	0,2	0,8			0,1	0,23	0,05	0,15	0,05	0,15
asorción de humedad (W%)	40	580	-2	0,03	9	0,01	72	1	15	5	49	5	190	5	190
tiempo de producción	dias a meses		-1	min- dias		min- dias		min- dias		min - horas		min - horas		min - horas	
materia prima	desechos naturales		2	estireno		isocianato, poliol		Resina de fenol formal-dehido		madera, asti-llas y resinas		madera		madera	
proceso de producción	crecimiento Hongo		2	Polimerizacion y expansion						torneado, pren-sado y resina		molienda		molienda	
degradación	todos		2	ninguna						componentes de madera					
tiempo de descomposición	semanas-meses		2	decadas - decenios						años - decadas					
final de vida	compostaje jardin		2	reciclado, incineracion , escombrera						reciclado, incineracion, compostaje					

Fuente: Fuentes (2020)

Cabe mencionar que el micelio, al ser un material orgánico y heterogéneo, las probetas que se sometan a testeo varían ligeramente en color y textura entre otras características que pueden afectar a la homogeneidad de los resultados. Pese a esto, se puede observar que el micelio se desempeña mejor que otros materiales en los apartados de resistencia al fuego, absorción acústica y similar el apartado de conductividad térmica. Esto respalda al micelio como material óptimo para ser utilizado como palmetas de aislamiento.

También es relevante destacar la amplia variación de densidad que puede ser conseguida (59-552 kg/m³). Esto significa que el material puede ser ajustado a una gran variedad de requerimientos y aplicaciones.

Además, hay que destacar el sobresaliente tiempo de degradación del material, incluso comparado con la madera.

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE INGENIERÍA

3. DISEÑO DE INGENIERÍA

En este capítulo se definirá el producto final y sus características junto a los materiales y procesos que conlleva.

3.1. DEFINICIÓN DEL MATERIAL

3.1.1. Hongos

Los hongos, por sus características particulares, que difieren de las plantas y los animales, han sido agrupados en un reino aparte, el reino Fungi. Se los puede encontrar, por ejemplo, sobre madera, suelo, estiércol, insectos, hojas e incluso sobre otros hongos. Se caracterizan entre otras peculiaridades por ser heterótrofos, es decir, por ser aquellos que dependen de otros organismos (vivos o muertos) para su alimentación y desarrollo.

Según su forma de alimentación pueden ser: saprófitos (que se alimentan de materia orgánica en descomposición, como madera podrida), parásitos (que se alimentan de organismos vivos, a los cuales pueden causarles enfermedades o la muerte) y simbioses (que forman asociaciones con otros organismos como por ejemplo con algunas algas, para formar los líquenes, otro tipo es con las raíces de algunas plantas vasculares (como grandes árboles), para formar las micorrizas. En dichas relaciones ambos individuos se benefician mutuamente.

Son importantes en el mantenimiento de los ecosistemas, principalmente como organismos descomponedores de materia (como madera, hojas), permitiendo así el reciclaje de gran cantidad de desechos orgánicos, que luego serán utilizados por otros organismos como plantas y animales. Además, son esenciales en la medicina, la industria, la alimentación y como agentes biológicos en el control de plagas que atacan cultivos. No obstante, también pueden provocar enfermedades en plantas y animales (incluyendo al ser humano) así como el deterioro de productos manufacturados.

Ciertos hongos, particularmente los macro hongos (aquellos que poseen cuerpos fructíferos fáciles de observar a simple vista y que se parecen en algunos casos a sombrillas, estrellas, orejas y copas), son utilizados como fuente de alimento en algunos

países alrededor del mundo, pues además de gran cantidad de agua, contienen proteínas, minerales y otras sustancias (Enciclopedia de Biología, 2020).

3.1.2. Micelio

Si bien se puede admirar un hongo que crece en el suelo o un hongo de soporte que crece en un tronco, es el micelio fuera de la vista (y a menudo olvidado) la parte esencial del organismo. El micelio está ahí durante todo el año, en el suelo o en el tronco, y no es un objeto estático. Crece y puede morir. Reacciona a diferentes condiciones ambientales y a otros organismos, produciendo diferentes formas o estructuras de crecimiento, dependiendo de las circunstancias (Lepp, 2020). Se conoce como micelio al conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo.

Los cuerpos vegetativos de la mayoría de los hongos (y, por tanto, el de los líquenes) están constituidos por filamentos pluricelulares denominados hifas. Las hifas crecen tan solo apicalmente en el ápice. Las hifas pueden crecer con mucha rapidez, hasta más de 1 mm por hora. Por este motivo y por las frecuentes ramificaciones surge en el sustrato una maraña de hifas con una enorme superficie: el micelio.

Como las hifas no están cutinizadas, el micelio es muy sensible a la desecación, pero, por otra parte, están muy capacitadas para absorber osmotróficamente las sustancias disueltas. Este hecho lo aprovechan muchas plantas superiores formando simbiosis con los hongos (Fungi perfect, 2020).

Figura 3 - 1. Micelio



Fuente: Educalingo (2018)

Las hifas de los hongos inferiores no son septadas (no presentan divisiones), organización sifonal. Por otro lado, las hifas de los hongos superiores presentan septos, divididas en cámaras y células; pero con perforaciones, por lo que también en estos hongos el plasma forma un continuo (Fungi perfect, 2020).

La estructura en forma de fractales que es generada por el micelio otorga una gran estabilidad física y una alta resistencia. Es por esto y por sus otras extensas propiedades que se le está viendo con un gran potencial como sustituto a variados materiales sintéticos.

Con esta parte que comúnmente se encuentra oculta en el subsuelo, se pueden cultivar materiales con muchas de las propiedades que poseen los materiales sintéticos convencionales.

El micelio es un material auto ensamblable. Se pueden tomar cosas que comúnmente llamamos residuos, como cascaras de semillas o residuos de biomasa leñosa y las puede transformar en un polímero de quitina que puede modelarse de casi cualquier forma. La capacidad estructural que se logra es muy semejante a un pegamento. Se pueden moldear cosas del mismo modo que en la industria del plástico y se pueden crear materiales con propiedades muy diferentes, como aislantes termoacústicos, ignífugos, resistentes a la humedad, al vapor, materiales que pueden absorber impactos y todo esto cultivado a partir de subproductos agrícolas, de la silvicultura, de industrias de manufactura de madera, etc. Y todo esto sin usar petróleo. Dado que estos materiales utilizan cien por ciento materias primas naturales, pueden biodegradarse en su totalidad en cualquier espacio de tierra.

3.1.3. Ganoderma Lucidum

Para esta investigación el hongo seleccionado fue el *Ganoderma Lucidum*, hongo utilizado durante cientos de años por la cultura china por sus potentes propiedades medicinales, apodado “El Hongo de los diez mil años”. Este fue el hongo saprofita elegido principalmente por sobresalir en comparación a otros hongos por su estructuralmente resistente micelio, el cual se compone principalmente de quitina, mismo material que conforma el exoesqueleto de los insectos. Además, muestra gran desempeño a en las características del micelio anteriormente listadas.

Otro factor importante del *Ganoderma Lucidum* es su facilidad de cultivo y predisposición de sus características para ser manipuladas. Es decir, ajustando las

variables de temperatura, humedad e iluminación durante el cultivo del micelio, ciertas propiedades seleccionadas pueden ser potenciadas a voluntad, como por ejemplo la impermeabilidad.

Figura 3 - 2. Ganoderma Lucidum fructificado



Fuente: Wallpaper Flare (2019)

3.1.4. Madera

Simplificando, la madera se constituye por dos componentes, lignina y celulosa. Haciendo una analogía, la celulosa son las fibras que le dan estructura a la madera, mientras la lignina actúa como aglutinante para estas. Los hongos saprófitos consumen la lignina de la madera y deja virtualmente intacta la celulosa, actuando como el nuevo aglutinante. Es permite que el material particulado como el aserrín vuelva a ser un material estructuralmente definido.

Figura 3 - 3. Estructura simplificada de la madera



Fuente: Elaboración propia

Una de las grandes industrias de Chile, especialmente en el sur del país, es la silvicultura (industria de la madera). Al procesar la madera genera grandes cantidades de desechos en forma de aserrín, los cuales son desaprovechados en su mayoría y tratados como basura orgánica común. Esta es una fuente de materias primas para varios materiales biobasados, especialmente el material micelar.

3.1.5. **Materias primas**

Figura 3 - 4. Aserrín de madera balsa



Fuente: Elaboración propia

Para el cultivo de las palmetas se utilizará en primera instancia los residuos de un aserradero de madera balsa. Esta decisión se debe a que GIBAGO, empresa familiar ecuatoriana especializada en procesamiento de madera balsa con más de 20 años de experiencia, se encuentra localizada en cercanías del laboratorio donde se realizan los prototipos. Además de proveer materia prima (aserrín de balsa) de manera gratuita para los prototipos, están disposición a compartir con nosotros sus canales de comercialización y cartera de posibles clientes una vez se tenga estandarizado el producto.

Figura 3 - 5. Ing. Nelson Gándara y su empresa GIBAGO



Fuente: GIBAGO (2016)

3.1.6. Gestión de residuos

Como fue mencionado con anterioridad, una de las principales características y beneficios de las palmetas de micelio es su biodegradabilidad. Las mismas, además de poder ser desechadas sin mayores inconvenientes u obstáculos, pueden ser utilizadas como abono al ser mezcladas con materia orgánica viva e idealmente trituradas previamente.

Pese a esto, para un correcto manejo y desecho responsable de las palmetas se recomienda seguir las indicaciones de las Ediciones Técnicas de Gestión de Residuos para Mejorar la Productividad en la Empresa (2020a) y Plan de Gestión de Residuos en Obra, Paso a Paso (2020e) de la Corporación de Desarrollo Tecnológica de la Cámara Chilena de la Construcción.

3.2. ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTRUCTURAL

El proceso de análisis al cual fue sometido el material consistió en medir en primera instancia las densidades obtenidas en las distintas mezclas.

A continuación, se someterán a análisis estructurales a las placas, además de pruebas de resistencia al fuego, aislación térmica, aislación acústica, cuando las condiciones lo permita.

Figura 3 - 6. Resultados

Cargando	Tipo de sus- trato	Sustrato	"ρ sobre (kg / m 3)"	"E MPa"	"σ ultimate MPa"
Tensión	Fibroso	Colza paja a	115	3.0	0,025
	Partículas	Haya aserrín a	170	13	0,05
		serrin de roble rojo b	300	1,3	0,18
Compresión	Fibroso	Lino hurd c	99	0,73	-
		Cáñamo Hurd c	94	0,64	-
		Paja de trigo d	192	-	0,17
	Partículas	Virutas de pino c	87	0,14	-
		serrin de roble rojo b	300	1.0	0,49
		serrin de roble blanco d	552	-	1.1
traccion	Fibroso	Fibras de algodón a	130	1.0	0,05
		Colza paja a	115	1,5	0,14
	Partículas	Haya aserrín a	170	9.0	0,29

con distintos sustratos de cultivo

Fuente: Fuentes (2020)

Figura 3 - 7. Comparativa de materiales

	composite micelio			foam sintético						maderas					
				poluestireno		poliuretano		resina phe- nolica		contrachapado		madera blanda		madera dura	
	min	max	valora- cion	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
"densidad (kg/m3)"	59	552	1	11	50	30	100	35	120	460	680	440	600	850	1030
coste material (sustrato/kg)	0,07	0,17	2	2,1	2,3	8,2	10,4	1,7	1,9	0,5	1,1	0,7	1,4	3	11
tension tracción MPa	0,03	0,18	-2	0,15	0,7	0,08	103	0,19	0,46	10	44	60	100	132	162
tension compresión MPa	0,17	1,1	-2	0,03	0,68	0,002	48	0,2	0,55	8	25	35	43	68	83
tensin Flexion MPa	0,05	0,29	-2	0,07	0,7	0,21	57	0,38	0,78	35	78	9,9	11,5	10,5	11,5
resistencia al fuego	medio		-1	muy bajo		muy bajo		muy bajo		bajo		bajo		bajo	
conductividad termica (W7m•K)	0,04	0,18	1	0,03	0,04	0,006	0,8	0,03	0,04	0,3	0,5	0,08	0,3	0,2	0,5
absorción acustica NRC	70	75	2	0,2	0,6	0,2	0,8			0,1	0,23	0,05	0,15	0,05	0,15
asorción de humedad (W%)	40	580	-2	0,03	9	0,01	72	1	15	5	49	5	190	5	190
tiempo de producción	dias a meses		-1	min- dias		min- dias		min- dias		min - horas		min - horas		min - horas	
materia prima	desechos naturales		2	estireno		isocianato, poli- ol		Resina de fenol formal- dehido		madera, asti- llas y resinas		madera		madera	
proceso de producción	crecimiento Hongo		2	Polimerizacion y expansion						torneado, pren- sado y resina		molienda		molienda	
degradación	todos		2	ninguna						componentes de madera					
tiempo de descomposición	semanas-meses		2	decadas - decenios						años - decadas					
final de vida	compostaje jardin		2	reciclado, incineracion , escombrera						reciclado, incineracion, compostaje					

Fuente: Fuentes (2020)

Como se mostró en la tabla, el micelio iguala o supera a los materiales de aislamiento tradicionales en los apartados de resistencia al fuego, absorción acústica y conductividad térmica.

Desde el punto de vista estructural, el micelio arroja valores de resistencia a la tracción, compresión y flexión extremadamente similares a los del poliestireno, poliuretano y resina fenólica. En comparación con la madera, el micelio queda muy por debajo en estos apartados, por lo que no se recomienda como material estructural (a menos de que sea en algún material compuesto), pero las palmetas, al no ser una pieza que requiere soportar cargas (más que su propio peso), esto no es problema para el producto o el proyecto.

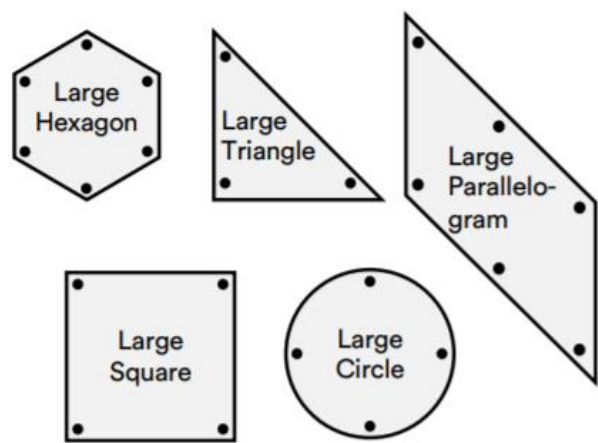
3.3. DISEÑO FINAL

El diseño inició con un estudio de las formas modulares a las cuales se quería llegar. Estas geometrías base fueron obtenidas luego de iterar con un *focus group* y un panel de expertos en el área de la construcción y el diseño. Luego de la definición de las geometrías se procedió al diseño CAD.

En esta etapa utilizamos las medidas óptimas en base a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones número 47 (1992), la Ley General de Urbanismo y Construcciones número 458 (1976) y la Edición Técnica de paneles decorativos de la cámara chilena de la construcción (2020b).

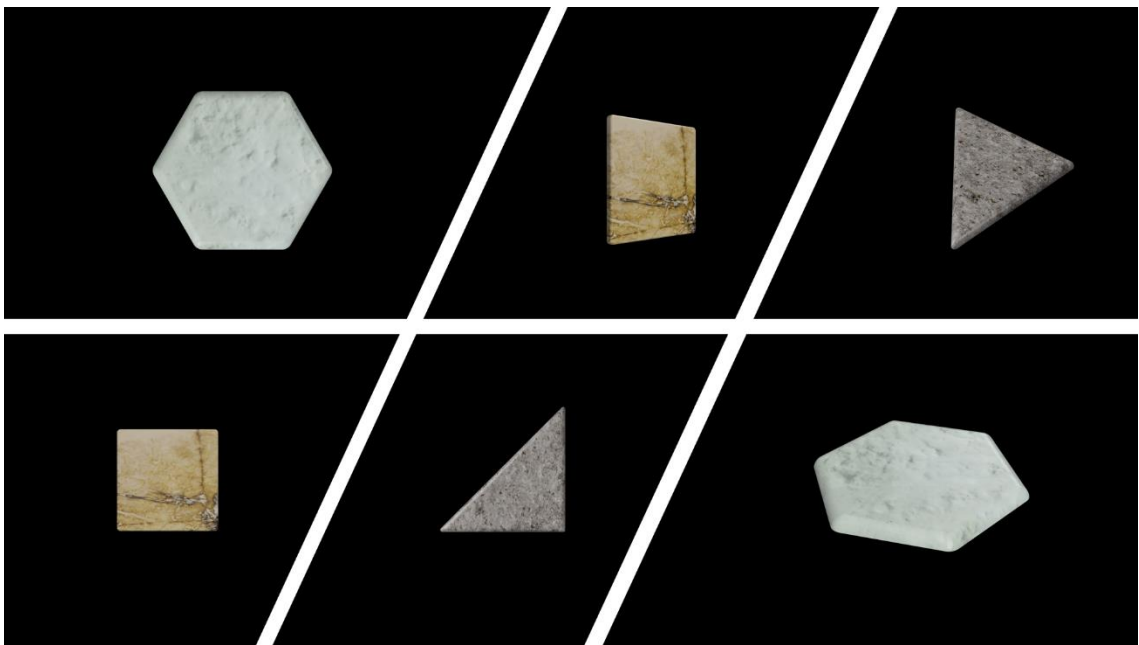
La propuesta final de diseño consiste en las geometrías mostradas anteriormente. Con arista de 30 cm para mantener un diseño modular.

Figura 3 - 8. Geometrías de las palmetas



Fuente: (Baux, 2020)

Figura 3 - 9. Modelado digital de palmetas de micelio



Fuente: Elaboración propia (modelado 3D)

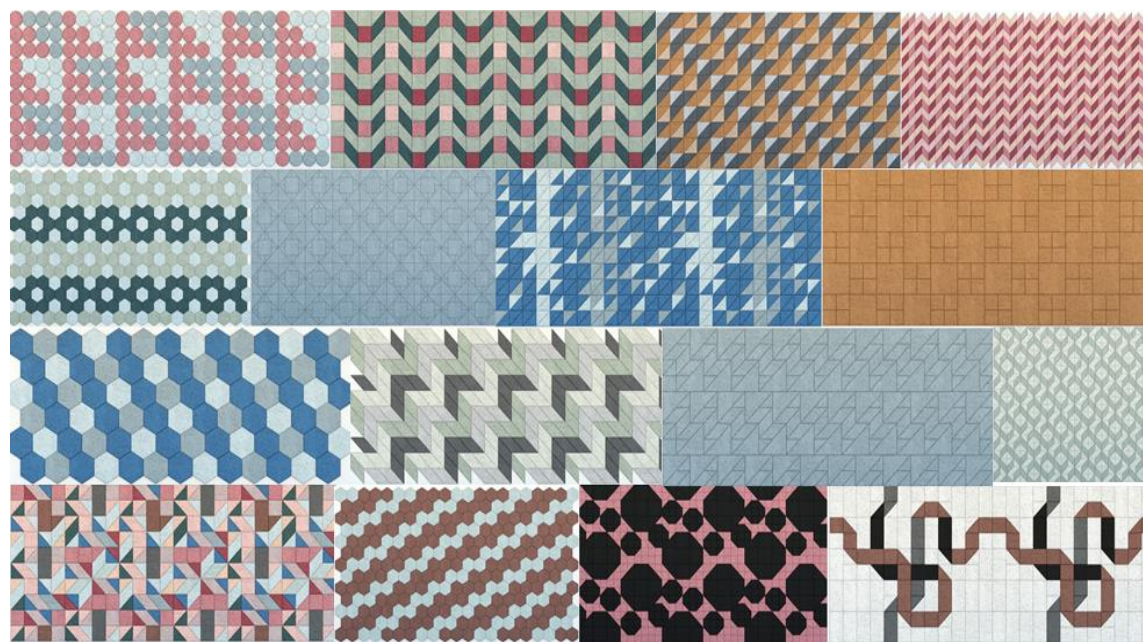
Manipulando las variables (iluminación, humedad, temperatura) de la etapa de expansión externa de cultivo, la superficie de las palmetas puede presentar distintos acabados con distintas propiedades. Por ejemplo, ser más impermeable, para habitaciones con alta humedad; ser acolchado, específico para usos acústicos; o liso, ideal para tinturar las palmetas.

Figura 3 - 10. Acabados superficiales de palmetas de micelio



Las palmetas también pueden ser coloreadas (idealmente con tintes naturales) para ajustarse a los deseos del cliente. Gracias a su diseño modular pueden ser organizadas en una infinidad de patrones. Esto lo hace versátil tanto para los usuarios como para agencias de diseño y arquitectura que desean implementar este producto en sus proyectos.

Figura 3 - 11. Muestra de patrones



Fuente: (Baux, 2020)

Figura 3 - 12. Fotomontajes de aplicación de palmetas de micelio



Fuente: Elaboración propia usando patrones de Baux (2020)

3.4. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE PROCESO DE MANUFACTURA

3.4.1. Centro de cultivo

El centro de cultivo de prototipos para este proyecto se encuentra en la ciudad de Quito, Ecuador. Este está ubicado estratégicamente cerca del principal, colaborador GIBAGO.

Este es un espacio de 64 m², el cual fue reformado para funcionar como laboratorio de investigación y centro de prototipado y testeo.

Figura 3 - 13. Ubicación geográfica del laboratorio



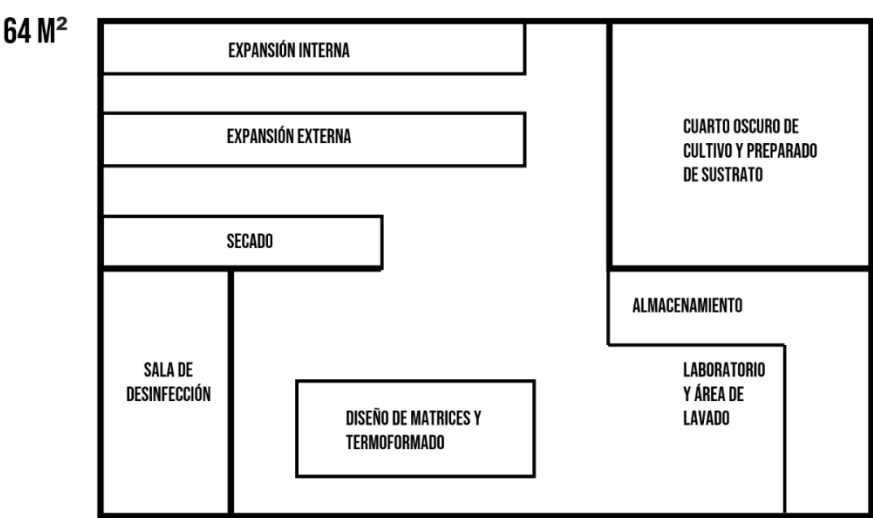
Fuente: Google Earth (2020)

Figura 3 - 14. Fotos del laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 - 15. Disposición del laboratorio



Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Equipamiento

Se trabajó en una edificación ya existente, la cual fue modificada con la finalidad de albergar el centro de cultivo. La implementación del espacio consistió en modificar las paredes, el techo y el suelo del lugar para aumentar la higiene y reducir las posibilidades de contaminación del micelio, además de aumentar la eficiencia de la planta productiva. El espacio cuenta con 64 m² donde se realizará la experimentación del manejo de variables y la producción de las palmetas.

Para monitorear los parámetros ambientales tales como temperatura y humedad se instalaron termohigrómetros digitales en distintos puntos del centro de cultivo, aparatos con los cuales se obtuvieron las temperaturas y humedades máximas y mínimas del espacio en un periodo de tiempo, datos con los cuales se pudieron establecer métodos y configuraciones óptimas del espacio.

Para el control de clima se instalaron sistemas de calefacción eléctrica y humidificadores de ultrasonido conectados a termo-higrostatos. Los termo-higrostatos además de proporcionar información clara y en tiempo real del clima del centro, son capaces de activar o desactivar los equipos conectados a estos con la finalidad de mantener un clima óptimo y por consiguiente aumentar la eficiencia de la producción.

Estos equipos fueron instalados a un sistema de poder ininterrumpido, el cual mantiene el sistema funcionando en caso de cortes de energía además con la posibilidad de conectarlo a un sistema solar fotovoltaico para reducir aún más la huella de carbono de la fábrica y aumentar su sostenibilidad.

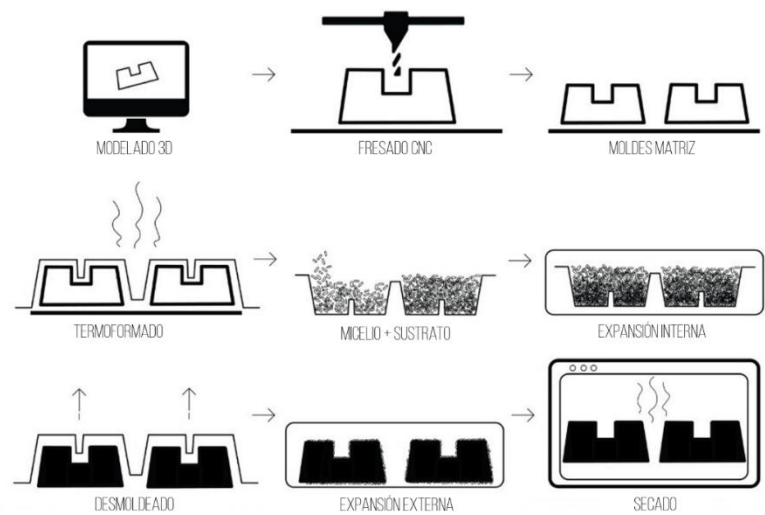
3.5. DEFINICIÓN DEL PROCESO IDEAL

Maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de palmetas de micelio

- Ordenador con programa de modelado 3D
- Fresadora CNC
- Termoformadora
- Horno convector

Descripción de proceso de fabricación:

Figura 3 - 16. Infografía del proceso de fabricación



Fuente: Elaboración propia (proceso de fabricación ilustrado).

- La palmeta es modelada en 3D.
- El archivo es procesado y enviado a la fresadora CNC para la mecanización de los moldes matrices.
- Las matrices son enviadas a la Termoformadora para la fabricación de moldes en serie (idealmente en PET para su futuro reciclaje).
- La mezcla de fragmentos de madera y semilla de micelio es introducida en los moldes generados y se deja expandir en un espacio estéril para evitar infecciones (principalmente Trichoderma, el hongo responsable de la pudrición de alimentos). Entre 5 a 7 días.
- Una vez que el micelio se haya expandido a todo el molde, se procede al desmolde para crear la capa exterior del micelio (la cual provee las propiedades ignífugas e impermeables). Aproximadamente 2 días.
- Finalmente se procede al secado de las palmetas. Esto puede ser realizado dejando las mismas al aire, pero se puede acelerar este proceso mediante un horno a 200°C durante una hora.

Los tiempos mencionados anteriormente dependen principalmente de cómo se manejen las variables de iluminación, temperatura y humedad.

La investigación “Efecto de dos campos magnéticos sobre el crecimiento micelial y propiedades sensoriales del hongo *Pleurotus Ostreatus*” realizada por Juan Camilo Peláez, Celina Torres y Jaime Ernesto Díaz, de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la

Universidad del Valle, Colombia (2013), evaluó el efecto de utilizar campos magnéticos durante el cultivo de hongos. Los resultados reflejaron un crecimiento más rápido e hifas más gruesas. A pesar de que en su investigación utilizaron un hongo con fines comestibles, es una posibilidad prometedora para optimizar la producción de micelio con fines arquitectónicos, a parte de las variables de iluminación, temperatura y humedad.

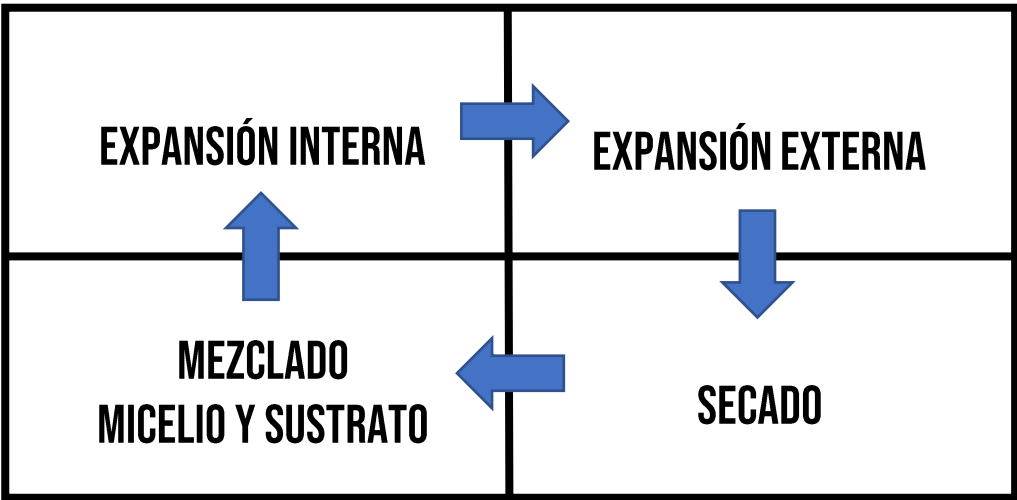
3.6. DEFINICIÓN DE DISPOSICIÓN IDEAL

La mayor dificultad que presenta la planta de producción es la inocuidad. El espacio debe ser lo más pulcro posible y se debe evitar la contaminación cruzada. La más mínima contaminación puede destruir el cultivo.

Debido a la gran cantidad de variables que afectan al cultivo del micelio y la importancia en la sostenibilidad en la planta productiva se ha decidido proyectar una planta sostenible y que funcione al cien por ciento con energías renovables.

Lo más importante para la planta de producción es mantener las 4 actividades relacionadas juntas, sin importar el tamaño de esta.

Figura 3 - 17. Flujo de actividades

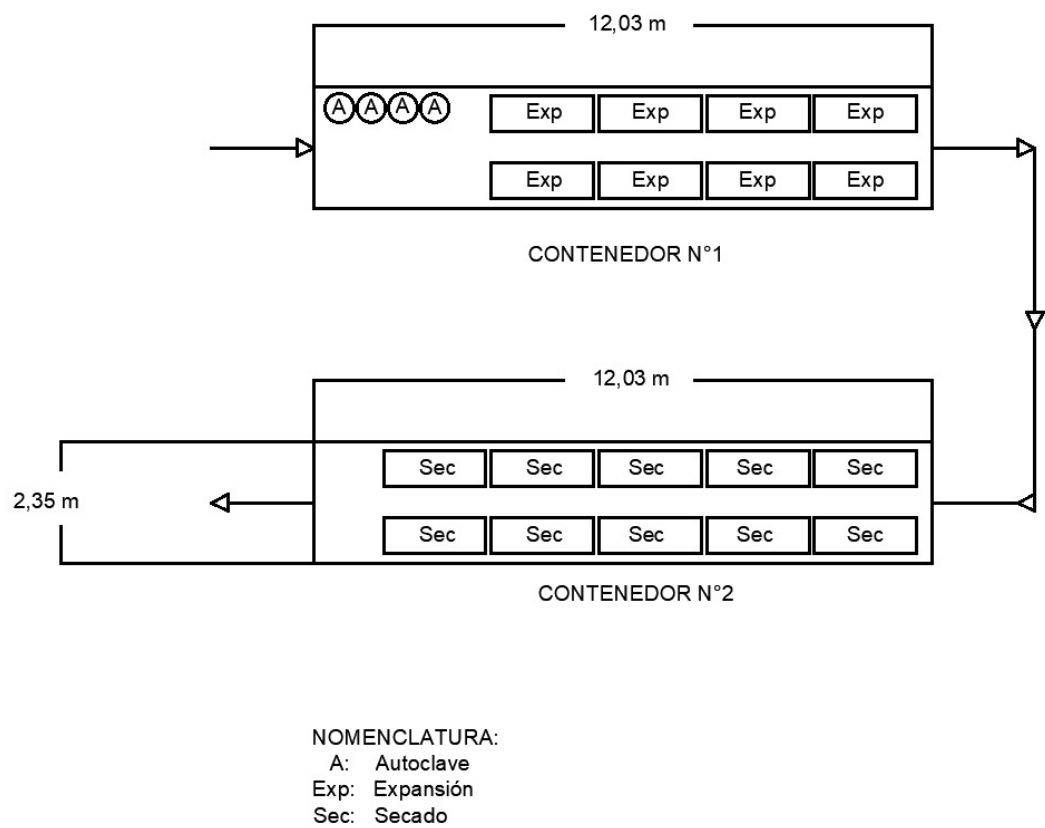


Fuente: Elaboración propia

Las flechas indican el orden de las actividades y el flujo de los moldes termoformados de PET para su uso cíclico.

Actividades como el mecanizado de los moldes matriz y el termoformado de los moldes no son mencionado en esta disposición adimensional ya que son actividades que se decidió tercerizar por temas de costos y logística (outsourcing).

Figura 3 - 18. Disposición de containers



Fuente: Elaboración propia basada en flujo de actividades

3.7. ESTIMACIÓN DE TIEMPOS PRODUCTIVOS Y COSTOS DE MANUFACTURA

Los tiempos de producción de las palmetas de micelio pueden variar según las condiciones del espacio de cultivo, es decir el nivel de humedad, iluminación y temperatura o el tipo de acabado que se esté produciendo. Hablando en términos generales, las palmetas demoran entre 7 y 10 días en ser cultivadas (5-7 días de expansión interna, 1-2 días de expansión externa y 1 día de secado).

Esta estimación no considera los tiempos de fabricación de moldes, ya que estos serán comprados a empresas que realicen este servicio personalizado.

Es importante mencionar que el volumen de la pieza que se desee cultivar está directamente ligado al tiempo de cultivo, especialmente la expansión interna. Es decir, mientras más grande una pieza, más tiempo le tomará al hongo en expandirse por la

misma. Este proceso puede ser acelerado si se procura incluir agujeros y canales de oxigenación al interior de piezas de volumen significativo.

Los costos de manufactura serán detallados en el capítulo de evaluación económica.

3.8. PROTOTIPO DEL PRODUCTO

El prototipado de las palmetas tuvo dos objetivos principales:

- Conocer el efecto de la manipulación las variables de iluminación, humedad y temperatura en las propiedades del micelio.
- Experimentar con dichas propiedades.

Además, se probó con distintos tamaños de partículas de aserrín de balsa, proporciones semilla-sustrato y moldes con presión aplicada para aumentar su densidad.

Figura 3 - 19. Prototipos de material micelar



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 - 20. Pruebas de impermeabilidad y resistencia (capturas de video de concurso Copec-UC)



Fuente: Elaboración propia. Capturas de video de concurso Copec-UC, BioBauen (2019)

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Este capítulo tiene como objetivo verificar la factibilidad económica del proyecto y analizar potencial de crecimiento.

4.1 PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

4.1.1. Demografía

La población estimada de la República de Chile de acuerdo con el censo de 2017 era de 17.574.003 habitantes, con una densidad de 23,24 Hab/km². De ellos, aproximadamente el 40 % se concentra en la Región Metropolitana de Santiago.

Figura 4 - 1. Población de Chile



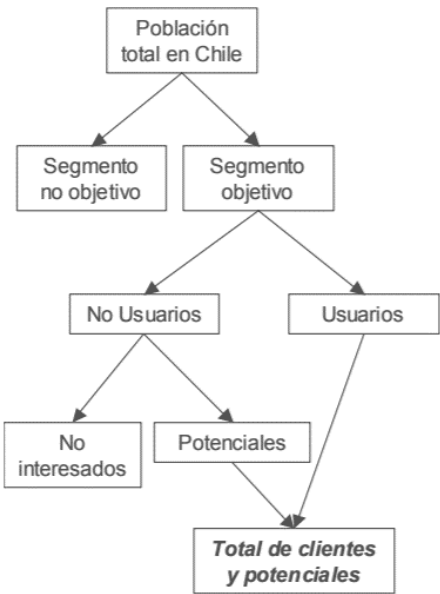
Fuente: Datachile (2020)

Censo del Instituto Nacional de Estadísticas:

El censo de población y vivienda es la operación estadística más importante que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas y en la cual participan todos los habitantes del país, ya que este es un insumo esencial para elaborar estimaciones y proyecciones de población tanto para el país, las regiones y las comunas. El censo permite contar con información esencial para el adecuado diseño de políticas públicas y toma de decisiones privadas y públicas.

Gracias a la información obtenida de las estadísticas publicadas, se puede desarrollar un plano general de estimación del mercado objetivo para el producto desarrollado, el cual debe estar en el rango socioeconómico definido anteriormente, además de poseer la infraestructura adecuada para la utilización del producto.

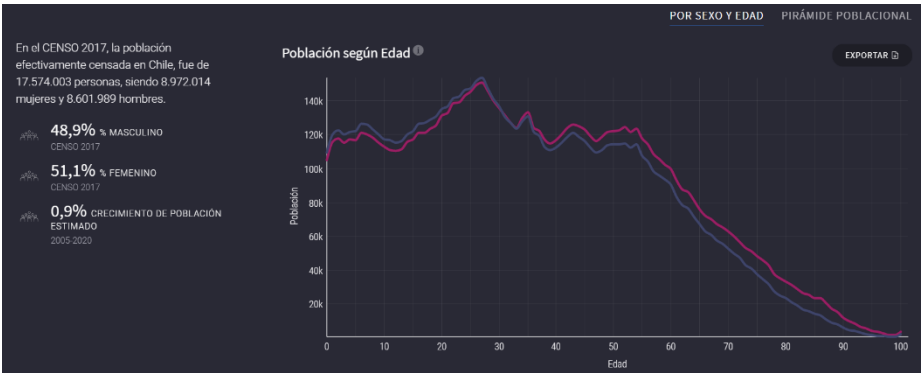
Figura 4 - 2. Diagrama de clientes potenciales



Fuente: Elaboración propia basado en la estructura empleada en la estimación del segmento de objetivo de usuarios.

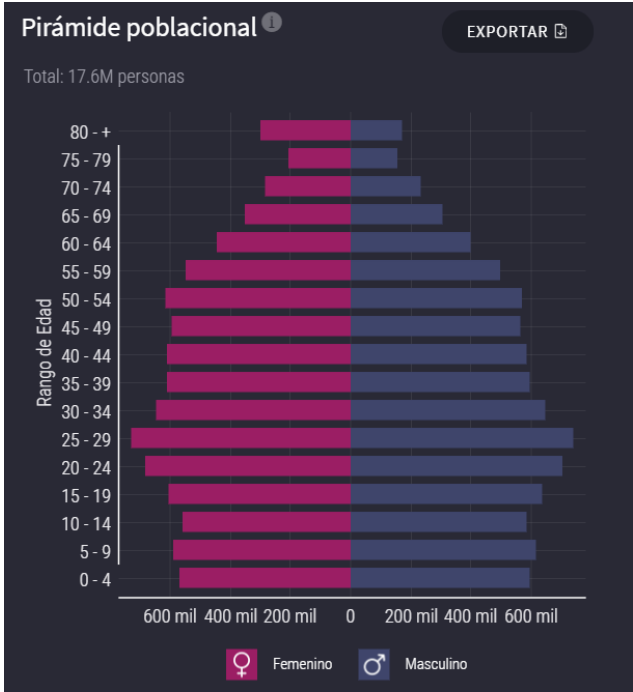
La mayor cantidad de habitantes se encuentran en el rango etario de los veinte a los cincuenta y cinco años (20 – 55 años). La mayoría son del género femenino y el crecimiento de la población es lento. Si apuntamos a estos rangos mayoritarios descartando a los que no están en el perfil de cliente podremos asegurar éxito.

Figura 4 - 3. Población según edad



Fuente: Datachile (2020)

Figura 4 - 4. Pirámide poblacional



Fuente: Datachile (2020)

Por otro lado, se hará un análisis a la vivienda en Chile, datos que se obtendrán de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN). CASEN es una encuesta a nivel nacional, regional y comunal, que realiza el gobierno de Chile desde el año 1990, con periodicidad bienal y trienal (CASEN, 2017). Con esto se puede mapear el nivel de desarrollo de los inmuebles en Chile y aproximar el público objetivo además de los metros cuadrados base.

Figura 4 - 5. Encuesta CASEN



Fuente: Datachile (2020)

Figura 4 - 6. Vida y entorno



Fuente: Datachile (2020)

Como se puede observar, existe una gran mayoría de viviendas aisladas. En segundo lugar, se encuentran las pareadas. Las primeras tendrán problemas de calefacción por las mayores áreas de intercambio térmico, mientras que las segundas tendrán problemas acústicos por estar junto a otras viviendas (Datachile, 2020).

Otro dato relevante es el material con el cual están realizados los revestimientos de estas. En mayor medida se observa que las viviendas son de albañilería, es decir de bloques de cemento, ladrillo o piedra, materiales que pueden restringir las formas de sujeción de los paneles y espesores ideales (ibid.).

En las siguientes imágenes se puede apreciar como un composite es mucho más eficiente que los materiales de albañilería más comunes en Chile. En este caso se estudia el panel SIP, una especie de sándwich de madera, con un interior poliestireno expandido.

Figura 4 - 7. Aislación térmica de distintos materiales



Fuente: CaSIP (2011)

4.1.2. Cuota de mercado

Para el análisis de la cuota de mercado se ha trabajado con supuestos de cuotas bajas para poder así estimar los puntos de equilibrio según estimaciones variadas, apoyados de las herramientas del software Excel. Utilizamos los datos obtenidos de Datachile.io y sus análisis de estadísticas estatales, luego, proyectamos estos datos a porcentajes bajos de participación y los iteramos con los resultados obtenidos en la capacidad productiva de la planta.

Obtuvimos una cuota real de mercado de 0,04% con las dimensiones de nuestra planta proyectada.

Figura 4 - 8. Tabla de cuota de mercado según tipología y material. Análisis al 1% en el rango socioeconómico objetivo

BASADA EN TIPOLOGIA	CANTIDAD DE VIVIENDAS (2015)	CUOTA DE MERCADO	MERCADO POTENCIAL (MP)		
CASA NO PAREADA	5.045.879	1,0%	50.459		
CASA PAREADA X 1 LADO	4.931.053	1,0%	49.311		
CASA PAREADA X AMBOS LADOS	1.843.736	1,0%	18.437		
DEPARTAMENTO EN EDIFICIO SIN ASCENSOR	1.156.556	1,0%	11.566		
DEPARTAMENTO EN EDIFICIO CON ASCENSOR	736.153	1,0%	7.362		
MEDIA AGUA - VIVIENDA DE EMERGENCIA	66.886	0,0%	-		
PIEZA EN CASA ANTIGUA O CONVENTILLO	53.928	0,0%	-		
VIVIENDA PRECARIA DE MATERIALES REUTILIZADOS	7.961	0,0%	-		
CHOZA	4.514	0,0%	-		
VIVIENDA INDIGENA	2.011	0,0%	-		
TOTAL DE VIVIENDAS	13.848.677		M.P=	137.134	VIVIENDAS
	SUPONIENDO x vivienda	2	m2	274.268	m2 de Paneles
				600.542	unid. Hexa
				736.289	unid. Triangle
				375.709	unid. Square

BASADA EN TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	CANTIDAD DE VIVIENDAS (2015)	CUOTA DE MERCADO	MERCADO POTENCIAL		
BLOQUE DE CEMENTO, PIEDRA O LADRILLO	7.787.219	2,0%	155.744		
TABIQUE FORRADO	3.441.582	2,0%	68.832		
HORMIGON ARMADO	2.090.901	2,0%	41.818		
TABIQUE SIN FORRO INTERIOR	264.653	0,0%	-		
MATERIALES ARTESANALES	255.944	0,0%	-		
TOTAL DE VIVIENDAS	13.840.299		M.P=	266.394	VIVIENDAS
	SUPONIENDO x vivienda	2	m2	532.788	m2 de Paneles
				1.166.604	unid. Hexa
				1.430.304	unid. Triangle
				729.847	unid. Square

Fuente: elaboración propia basada en estimación de mercado potencial.

Figura 4 - 9. Tabla de cuota de mercado según tipología y material. Análisis al 2% en el rango socioeconómico objetivo

PORCENTAJE DE COBERTURA DE MERCADO		1%	
BASADA EN TIPOLOGIA	CANTIDAD DE VIVIENDAS (2015)	CUOTA DE MERCADO	MERCADO POTENCIAL (MP)
CASA NO PAREADA	5.045.879	1,0%	50.459
CASA PAREADA X 1 LADO	4.931.053	1,0%	49.311
CASA PAREADA X AMBOS LADOS	1.843.736	1,0%	18.437
DEPARTAMENTO EN EDIFICIO SIN ASCENSOR	1.156.556	1,0%	11.566
DEPARTAMENTO EN EDIFICIO CON ASCENSOR	736.153	1,0%	7.362
MEDIA AGUA - VIVIENDA DE EMERGENCIA	66.886	0,0%	-
PIEZA EN CASA ANTIGUA O CONVENTILLO	53.928	0,0%	-
VIVIENDA PRECARIA DE MATERIALES REUTILIZADOS	7.961	0,0%	-
CHOZA	4.514	0,0%	-
VIVIENDA INDIGENA	2.011	0,0%	-
TOTAL DE VIVIENDAS	13.848.677		M.P= 137.134 VIVIENDAS
SUPONIENDO x vivienda	2	m2	274.268 m2 de Paneles
			600.542 unid. Hexa
			736.289 unid. Triangle
			375.709 unid. Square
			2.294 27.533 0,046%
			2.890 34.676 0,047%
			1.382 16.589 0,044%

BASADA EN TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	CANTIDAD DE VIVIENDAS (2015)	CUOTA DE MERCADO	MERCADO POTENCIAL
BLOQUE DE CEMENTO, PIEDRA O LADRILLO	7.787.219	1,0%	77.872
TABIQUE FORRADO	3.441.582	1,0%	34.416
HORMIGON ARMADO	2.090.901	1,0%	20.909
TABIQUE SIN FORRO INTERIOR	264.653	0,0%	-
MATERIALES ARTESANALES	255.944	0,0%	-
TOTAL DE VIVIENDAS	13.840.299		M.P= 133.197 VIVIENDAS
SUPONIENDO x vivienda	2	m2	266.394 m2 de Paneles
			583.302 unid. Hexa
			715.152 unid. Triangle
			364.923 unid. Square
			2.294 27.533 0,047%
			2.890 34.676 0,048%
			1.382 16.589 0,045%

Fuente: elaboración propia basada en estimación de mercado potencial.

Figura 4 - 10. Tabla de cuota de mercado según tipología y material. Cuota real de mercado 0,04%

BASADA EN TIPOLOGIA	CANTIDAD DE VIVIENDAS (2015)	CUOTA DE MERCADO	MERCADO POTENCIAL (MP)		
CASA NO PAREADA	5.045.879	2,0%	100.918		
CASA PAREADA X 1 LADO	4.931.053	2,0%	98.621		
CASA PAREADA X AMBOS LADOS	1.843.736	2,0%	36.875		
DEPARTAMENTO EN EDIFICIO SIN ASCENSOR	1.156.556	2,0%	23.131		
DEPARTAMENTO EN EDIFICIO CON ASCENSOR	736.153	2,0%	14.723		
MEDIA AGUA - VIVIENDA DE EMERGENCIA	66.886	0,0%	-		
PIEZA EN CASA ANTIGUA O CONVENTILLO	53.928	0,0%	-		
VIVIENDA PRECARIA DE MATERIALES REUTILIZADOS	7.961	0,0%	-		
CHOZA	4.514	0,0%	-		
VIVIENDA INDIGENA	2.011	0,0%	-		
TOTAL DE VIVIENDAS	13.848.677		M.P=	274.268	VIVIENDAS
	SUPONIENDO x vivienda	2	m2	548.535	m2 de Paneles
				1.201.084	unid. Hexa
				1.472.577	unid. Triangle
				751.418	unid. Square
BASADA EN TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	CANTIDAD DE VIVIENDAS (2015)	CUOTA DE MERCADO	MERCADO POTENCIAL		
BLOQUE DE CEMENTO, PIEDRA O LADRILLO	7.787.219	2,0%	155.744		
TABIQUE FORRADO	3.441.582	2,0%	68.832		
HORMIGON ARMADO	2.090.901	2,0%	41.818		
TABIQUE SIN FORRO INTERIOR	264.653	0,0%	-		
MATERIALES ARTESANALES	255.944	0,0%	-		
TOTAL DE VIVIENDAS	13.840.299		M.P=	266.394	VIVIENDAS
	SUPONIENDO x vivienda	2	m2	532.788	m2 de Paneles
				1.166.604	unid. Hexa
				1.430.304	unid. Triangle
				729.847	unid. Square

Fuente: elaboración propia basada en estimación de mercado potencial

4.2 CRITERIOS DE CRECIMIENTO DEL MERCADO

Construye 2025 es un programa impulsado por CORFO que apunta a la sustentabilidad en la construcción, con la intención de tener un impacto positivo en el área social, económica y ambiental. Trabajan con actores relevantes para la dirección de fondos públicos y generar nuevas regulaciones para alcanzar estándares internacionales de construcción sustentable. El departamento de Investigación, Desarrollo, innovación y emprendimiento (I+D+i+e) de Construye 2025 destina fondos y subsidios a iniciativas que se alineen con sus metas, siendo este proyecto un ejemplo (CORFO, 2020).

Como ya fue mencionado, la participación en el mercado de los materiales derivados del petróleo va a ir reduciéndose, mientras que la de los biobasados aumentará. Esto significa que aparecerán nuevos productos y por lo tanto competencia. Por lo que este es un buen momento para introducir las palmetas de micelio al mercado, para así poder estar dentro de las primeras empresas en proveer materiales biobasados, establecerse en el mercado y tener la ventaja competitiva.

4.3 CRITERIOS DE FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO

4.1.3. Costos

En primer lugar, el proyecto requiere de una semilla. Dicha semilla será la que iniciará el crecimiento del hongo y la cual se podrá cultivar para reducir costes, por lo que el mayor valor será el de la primera compra de esta. Posteriormente solo será el costo de mantenerla sana y de su reproducción.

En el ámbito del sustrato, se trabajará con un aserradero local y sus residuos, por lo que el mayor coste de este será la carga, descarga y transporte.

El agua que se usará será obtenida de la red de Agua potable rural (APR) en casos críticos y en el funcionamiento normal de la planta se obtendrá el agua de un pozo.

La energía eléctrica la proveerá la red pública y en un futuro se pretende conectar un sistema de generación fotovoltaica debido a la gran cantidad de kWh por metro cuadrado.

Por otro lado, se utilizará un sistema solar térmico para el secado y aclimatación del contenedor de segunda etapa, el cual requiere calor. Este equipo extrae el calor de la radiación solar difusa y lo intercambia con el contenedor mediante radiadores.

Figura 4 - 11. Tabla de costos variables

ITEM	Unidad de medida	Significado	COSTO U.
SEMILLA	kg	kilogramo	\$ 100
SUSTRATO	kg	kilogramo	\$ 50
H2O	m3	Metros Cubicos	\$ 78
ENERGIA	kWh	Kilowatt/Hora	\$ 126

Fuente: elaboración propia basada en cotizaciones.

Como costos fijos se decidió externalizar la administración legal a una empresa de contadores llamada “Contable App” la cual automatice la mayoría del papeleo, trámites ante impuestos internos y la dirección del trabajo.

Figura 4 - 12. Tabla de costos fijos

ITEM	Unidad de medida	Observación	COSTO U.	COSTO FIJO MENSUAL	OBS
CONTABLE APP	Mensualidad	Pago mensual	\$ 28.000	\$ 28.000	https://www.contable.app
PATENTE MUNICIPAL	Anualidad	Pago anual	\$ 33.165	\$ 2.764	5 X Mil de la Inverison Inicial
INTERNET Plan Pro Entel	Mensualidad	Pago mensual	\$ 15.990	\$ 15.990	https://www.entel.cl
ARRIENDO	Anualidad	Pago anual	\$ 2.000.000	\$ 166.667	terreno
SUELDO OPERADORES x 2	Mensualidad	Pago mensual	\$ 700.000	\$ 700.000	Sueldo 2 Operadores
		COSTO FIJO MENSUAL		\$ 913.420	
		COSTO FIJO DIA TRABAJADO		\$ 38.059	
Sueldo Base	\$	350.000			

Fuente: elaboración propia basada en estimación de costos.

La inversión inicial se basó en los equipos clave para poder dar inicio al laboratorio de cultivo además de la infraestructura. Se proyecto una planta 100% eléctrica par poder sustentarla con energías renovables a futuro.

Figura 4 - 13. Tabla de inversión inicial

ACTIVOS	VALOR NETO (\$)	CANTIDAD	TOTAL	VIDA UTIL (Años)	PROVEEDOR
AUTOCLAVE 18Lt	\$ 382.269	4	\$ 1.529.076	25	MERCADOLIBRE
TERMOHIGROMETRO	\$ 4.350	1	\$ 4.350	20	MERCADOLIBRE
Termo Solar Presurizado 300 Litros - Enertik	\$ 666.807	1	\$ 666.807	10	MERCADOLIBRE
SEMILLA DE INICIO GANODERMA	\$ 47.440	1	\$ 47.440		-
COCINA ELECTRICA INDUSTRIAL	\$ 990.000	1	\$ 990.000	25	FAMAVA
TERMOSTATO	\$ 12.605	2	\$ 25.210	8	MERCADOLIBRE
TRANSPORTE CONTAINERS	\$ 150.000	1	\$ 150.000	-	PLACILLA CONTAINERS
CONTAINER 40 PIES	\$ 1.400.000	2	\$ 2.800.000	50	PLACILLA CONTAINERS
Habilitación de los contenedores	\$ 420.168	1	\$ 420.168		-

TOTAL NETO	\$	6.633.051	
IVA	\$	1.260.280	
TOTAL SIN 3IE	\$	7.893.331	
TOTAL CON 3IE	\$	6.643.331	
FONDOS CC	\$	1.250.000	3IE
PARA EL CALCULO	\$	-6.643.331	

Fuente: elaboración propia basada en estimación de costos.

Figura 4 - 14. Tabla de consumo eléctrico

CONSUMO ELECTRICIDAD	PROCESOS	TIEMPO hr	CONSUMO EN kW	COSTO POR kWh	Autoclave 18 Lt/\$
	DESINFECCION EN AUTOCLAVE	1	2	\$ 126	\$ 252
	CRECIMIENTO INTERNO	120	0,1	\$ 126	\$ 1.512
	CRECIMIENTO EXTERNO	48	0,1	\$ 126	\$ 605
	SECADO FORZADO	1	0,15	\$ 126	\$ 19
	EMPAQUETADO	2	0,1	\$ 126	\$ 25
					\$ 2.413

Fuente: elaboración propia basada en datos de la Compañía General de Electricidad Distribución S.A. (2021).

Figura 4 - 15. Tabla de costo por panel y por m²

	VOLUMEN (m3)	AREA (m2)	MASA (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	Obtenido de	PANELES X m2	\$ MAT PRIMA X PANEL	COSTO ENERGIA X P.	COSTO H2O X P.	COSTO DE CUBRIR UN m2
PANEL HEXAGONAL	0,006025	0,4567	0,3019	50,1	modelo 3D	2,19	\$ 20	\$ 808	\$ 45	\$ 1.909,95
PANEL TRIANGULAR	0,004784	0,3725	0,2395	50,1	modelo 3D	2,68	\$ 16	\$ 641	\$ 45	\$ 1.884,20
PANEL CUADRADO	0,01	0,73	0,501	50,1	modelo 3D	1,37	\$ 33	\$ 1.341	\$ 45	\$ 1.942,55

Fuente: elaboración propia basada en cotizaciones.

Figura 4 - 16. Tabla de costos por día, utilidades y venta

Día de trabajo de:	8	Horas	Produccion Diaria aprox	m2 diarios	COSTO DIARIO	PARA CALCULO	UTILIDAD DIARIA	VENTA DIARIA
PANEL HEXAGONAL			96	43,7	\$ 121.450,1	\$-121.450	\$ 60.725,0	\$ 182.175,1
PANEL TRIANGULAR			120	44,8	\$ 122.564,4	\$-122.564	\$ 61.282,2	\$ 183.846,6
PANEL CUADRADO			58	42,0	\$ 119.739,7	\$-119.740	\$ 59.869,9	\$ 179.609,6

Fuente: elaboración propia basada en cotizaciones.

4.3.2. Aspectos legales

Para poder trabajar legalmente se debe constituir una sociedad en personalidad jurídica, para luego hacer un inicio de actividades ante impuestos internos, además de solicitar una patente municipal para el correcto funcionamiento y explotación.

Patente municipal: El pago de la patente es anual y su precio varía en cada municipalidad. El monto para pagar es entre el 2,5 por mil y el 5 por mil del capital propio del negocio, declarado ante Impuestos Internos, con un mínimo de 1 Unidad Tributaria Mensual (UTM) y un máximo de 8 mil UTM al año.

Si bien el pago es anual, las municipalidades permiten el pago en dos cuotas semestrales.

Para este proyecto se pagará un total de \$33.165 anuales en relación con el capital enterado inicial.

4.3.3. Sustrato

El sustrato dependerá de que se quiera lograr. Si se busca un material menos denso, se usarán fragmentos de maderas más blandas o fibras vegetales tales como la paja. Si se quiere mayor densidad, se debe usar residuos de madera más dura, como por ejemplo el aserrín de roble o pino.

Figura 4 - 17. Resultados con distintos sustratos de cultivo

Cargando	Tipo de sus- trato	Sustrato	"p sobre (kg / m 3)"*	"E MPa"	"σ ultimate MPa"
Tensión	Fibroso	Colza paja a	115	3.0	0,025
	Partículas	Haya aserrín a	170	13	0,05
		serrín de roble rojo b	300	1,3	0,18
Compresión	Fibroso	Lino hurd c	99	0,73	-
		Cáñamo Hurd c	94	0,64	-
		Paja de trigo d	192	-	0,17
	Partículas	Virutas de pino c	87	0,14	-
		serrín de roble rojo b	300	1.0	0,49
		serrín de roble blanco d	552	-	1.1
traccion	Fibroso	Fibras de algodón a	130	1.0	0,05
		Colza paja a	115	1,5	0,14
	Partículas	Haya aserrín a	170	9.0	0,29

Fuente: Fuentes (2020)

Los sustratos que se utilizarán serán los residuos de la silvicultura local principalmente provenientes del aserradero “Maderera San Gabriel” que genera aserrín de madera de pino, eucaliptus, entre otras maderas locales.

Figura 4 - 18. Maderera San Gabriel Ruta 66, N°825, VI Región, Chile

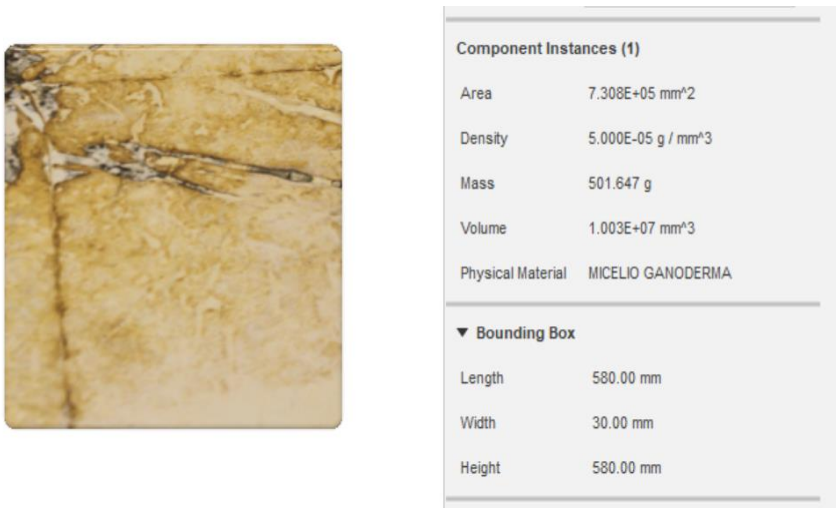


Fuente: Elaboración propia

El mayor costo del sustrato será el de transporte y los costos asociados a su posterior esterilización, ya que las empresas actualmente no lo valorizan y serán socias claves de nuestra producción. El proceso de esterilización será dentro de un autoclave y calor generado por electricidad.

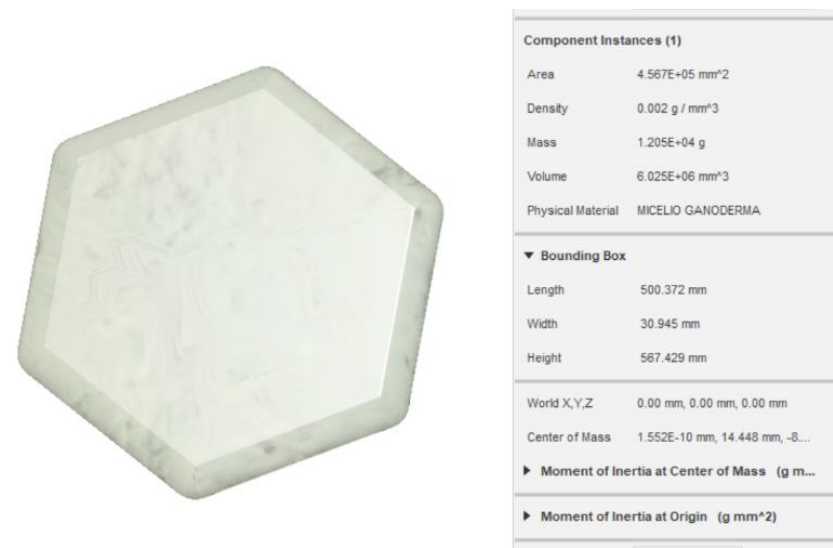
Para la determinación de costos, en primer lugar, se evalúan los volúmenes de los productos mínimos viables (MVP) de este proyecto, los cuales se pueden obtener fácilmente mediante las utilidades del software de diseño asistido por computadora Fusión 360.

Figura 4 - 19. Modelo 3D de palmeta cuadrada con propiedades



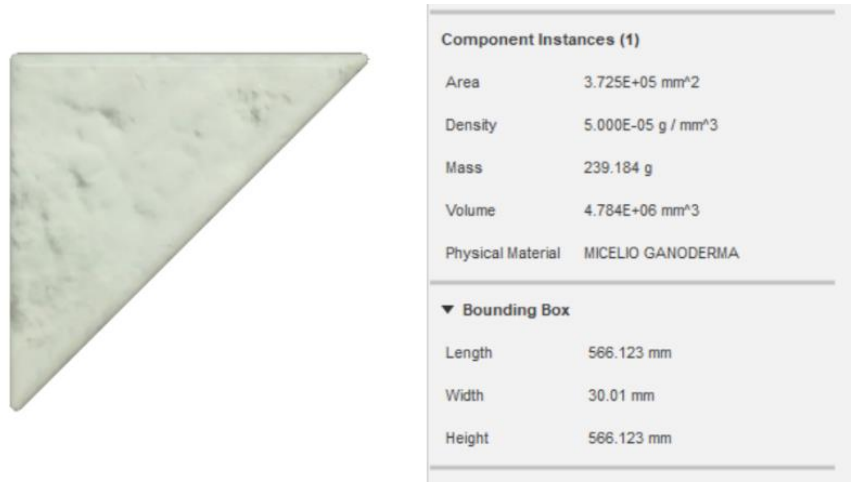
Fuente: Elaboración propia (modelado 3D en Fusion 360).

Figura 4 - 20. Modelo 3D de palmeta hexagonal con propiedades



Fuente: Elaboración propia (modelado 3D en Fusion 360).

Figura 4 - 21. Modelo 3D de palmeta triangular con propiedades



Fuente: Elaboración propia (modelado 3D en Fusion 360).

Las cifras obtenidas han sido convertidas para facilitar los cálculos de costos.

- Area de mm² a m²
- Densidad de g/mm³ a kg/m³
- Masa de g a kg
- Volumen de mm³ a m³

De estas conversiones se obtuvo lo siguiente:

Figura 4 - 22. Tabla de características físicas de los paneles

	VOLUMEN (m3)	AREA (m2)	MASA (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	Obtenido de	PANELES X m2
PANEL HEXAGONAL	0,006025	0,4567	0,3019	50,1	modelo 3D	2,19
PANEL TRIANGULAR	0,004784	0,3725	0,2395	50,1	modelo 3D	2,68
PANEL CUADRADO	0,01	0,73	0,501	50,1	modelo 3D	1,37

Fuente: Elaboración propia basada en datos de Fusion 360.

Además, se logró calcular la cantidad de paneles necesarios para poder cubrir un metro cuadrado y así poder estimar la demanda y los costos asociados por cada tipo de panel.

4.3.4. Energía

La planta necesitará energía añadida de entrada. Debido a que a futuro se quiere incorporar energías renovables como la solar fotovoltaica, se diseñara desde el inicio para que la planta trabaje al 100% con energía eléctrica. El valor del kWh en la zona donde se ubicará planta es de \$126 (Compañía General de Electricidad, 2020).

Como el sector donde estará ubicada la planta cuenta con una alta radiación solar, se podrá reducir considerablemente los costos de calefacción al momento de secar los paneles.

Figura 4 - 23. Condiciones ambientales en el terreno

RESULTADOS		
Comuna	Latitud de Referencia	Zona Climática
San Vicente	-34 °	C
Contribución Solar (%) SST	Valor a Verificar (%) Norma	Cumple Norma
70,2	48	SI

Fuente: Ministerio de Energía (2020).

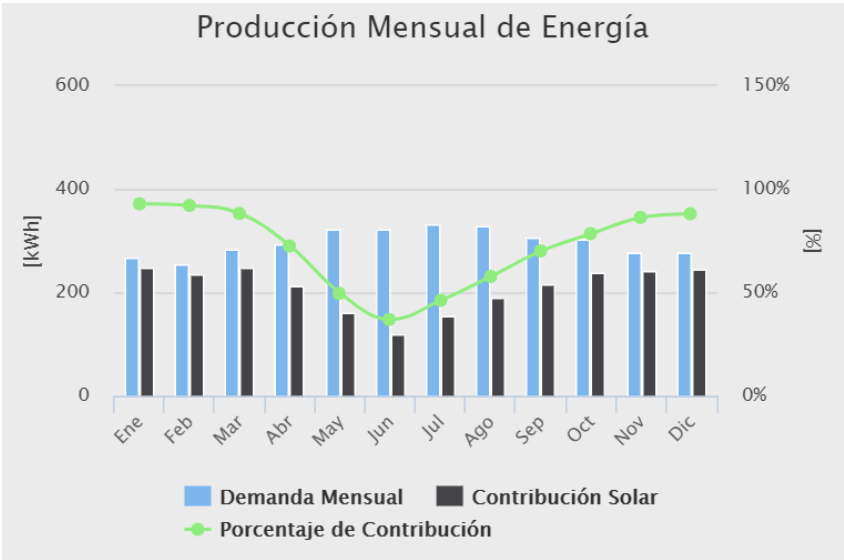
Figura 4 - 23. Condiciones ambientales en el terreno

LATITUD	LONGITUD	ALTURA	
-34,43°	-71,17°	185 msnm	
RADIACIÓN ANUAL			
Global Horizontal (kWh/m²/día)	Global Inclinado 34° (kWh/m²/día)	Directa Normal (kWh/m²/día)	Difusa Horizontal (kWh/m²/día)
5,29	5,74	7,06	1,08
INFORMACIÓN METEOROLÓGICA			
Frecuencia de Nubes (%)	Temperatura Ambiental (°C)	Velocidad del viento (m/s)	
16	14,4	2,0	

Fuente: Ministerio de Energía (2020).

Debido a la cantidad de energía máxima (7,06 kWh/m2/día) que podríamos generar por metro cuadrado por día tendríamos un ahorro del consumo energético en valor a kWh \$126 por un total de (7,06 x \$126) \$890 pesos por cada metro cuadrado de paneles solares fotovoltaicos que instalemos en la planta.

Figura 4 - 24. Producción mensual de energía

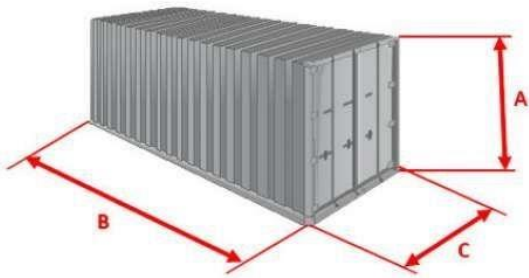


Fuente: Ministerio de Energía (2020).

4.3.5. Activos e inversión inicial

La planta será montada en dos contenedores de 40 pies o 12 metros de largo cada uno (2.39x12,03x2,35 m, espacio utilizable interior), y con un área de trabajo de 28,27 m².

Figura 4 - 25. Medidas container



TIPO	EXTERIOR			INTERIOR			CARGA MAXIMA	VOLUMEN
	A	B	C	A	B	C		
20' (6m)	2,59m	6,05m	2,43m	2,39m	5,90m	2,35m	28.260Kg	33,20m ³
40' (12m)	2,59m	12,19m	2,43m	2,39m	12,03m	2,35m	28.860Kg	67,7m ³
20' OpenTop	2,59m	6,05m	2,43m	2,35m	5,90m	2,35m	28.180Kg	32,23m ³
40' OpenTop	2,59m	12,19m	2,43m	2,35m	12,03m	2,35m	26.680Kg	66,5m ³

Fuente: Repositorio USM (2021)

La habilitación de estos tendrá un costo total de \$500.000 aproximadamente. Este valor corresponde a las instalaciones básicas, insumos y mano de obra realizada por nosotros.

Por los motivos anteriormente expuestos del porqué se usará energía eléctrica como base, los equipos deberán ser estrictamente eléctricos. Se usará una cocina industrial eléctrica de cuatro platos para poder esterilizar en las cuatro autoclaves al mismo tiempo y optimizar la producción del proceso de esterilización.

Para el proceso de secado se usará uno de los container, el cual estará diseñado para ser una especie de horno deshidratador solar. Se usará un termo panel de 300 litros para el intercambio de calor y un termostato para el control del flujo de calor.

4.3.6. Terreno

Se optó por arrendar un terreno donde se ubicarán los containeres para las primeras producciones.

El terreno cuenta con agua de pozo, por lo que se podrán reducir costes en el proceso de esterilización. Además, la ubicación geográfica es apta para la captura de energías renovables.

Se ha conseguido un terreno en arriendo a \$2.000.000 al año, el cual cumple con las necesidades de espacio, además de los requerimientos energético e hídricos.

LATITUD -34,4341, LONGITUD-71,1681 Area: 12.389 m²

Figura 4 - 26. Imagen satelital del terreno y sus dimensiones de perímetro y area



Fuente: Google Earth (2020)

Figura 4 - 27. Datos meteorológicos del terreno



Fuente: Ministerio de Energía (2020)

Como se puede apreciar en la figura 4, se generan mínimo 2,19 kWh y máximo 8,46 kWh de energía por m² al día.

4.3.7. Precio del producto

Para el cálculo del precio se ha considerado un margen de utilidad del 50%, el cual puede variar en la tabla dinámica. Además, este valor está regido por la cantidad de horas que se trabajan al día, los días de trabajo por semana, el costo de la energía y las materias primas. Se puede observar los tiempos de trabajo al mes y con esto reducir considerablemente los costes y por consiguiente el precio de venta.

Figura 4 - 28. Valor por unidad de los distintos paneles

Día de trabajo de:	8	Horas	Produccion Diaria aprox	m2 diarios	COSTO DIARIO	PARA CALCULO	UTILIDAD DIARIA	VENTA DIARIA	Precio por Unidad
PANEL HEXAGONAL			96	43,7	\$ 121.450,1	\$-121.450	\$ 60.725,0	\$ 182.175,1	\$ 1.905,6
PANEL TRIANGULAR			120	44,8	\$ 122.564,4	\$-122.564	\$ 61.282,2	\$ 183.846,6	\$ 1.526,9
PANEL CUADRADO			58	42,0	\$ 119.739,7	\$-119.740	\$ 59.869,9	\$ 179.609,6	\$ 3.118,2

Fuente: Elaboración propia basada en cálculos de costos por geometría

4.4 PRONÓSTICO DE SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO

Se estima que el concepto de sustentabilidad en la construcción llegará al 15-20% de participación en mercado al año 2025, con ingresos estimados de MMUS \$2000/año

(Cámara Chilena de la Construcción, 2020). Sumándole lo antes mencionado sobre las nuevas legislaciones que empujan a los materiales con alta huella de carbono fuera del panorama de opciones, el prospecto de tener una empresa focalizada en la producción de materiales biobasados es optimista.

4.5 EVALUACIÓN FINANCIERA

En el proceso de evaluación financiera se ha considerado todos los costos fijos y variables, así como la capacidad productiva de la planta trabajando 8 horas al día y 24 días de trabajo al mes. Además, se ha considerado un porcentaje de utilidad del 50% y una tasa de descuento del 15%.

El Valor Actual Neto (VAN) fue proyectado a 3 años, alcanzando \$3.097.798 al tercer año. El Periodo de Recupero de la Inversión (PRI) fue de 9 meses. El producto optimo fue la palmeta triangular alcanzando la mayor Taza Interna de Retorno (TIR) de un 22,1%, utilizando una tasa de descuento de un 15%. La inversión inicial fue de \$7.893.331 y se le descontó el aporte obtenido gracias al financiamiento de la incubadora de negocios de la Universidad Federico Santa María (3iE) por un total de \$1.250.000.

Pudimos observar que el mayor costo en la producción se genera por el proceso de esterilización y crecimiento del sustrato debido al alto consumo de energía que ello requiere. Este costo se puede disminuir considerablemente si la planta produce su propia energía lo cual es factible debido a la alta cantidad de energía solar disponible en la ubicación de esta.

Figura 4 - 29. Fórmula de las palmetas

Dia de trabajo de:				8															
MEZCLA	% USO	kg	Valor																
	30%	0.3	\$ 30																
	70%	0.7	\$ 35.0																
Un kilo de mezcla 30/70				1					1					1					65.0

PANEL HEXAGONAL				Horas	Produccion Diaria aprox				m2 diarios	COSTO DIARIO				PARA CALCULO	UTILIDAD DIARIA				VENTA DIARIA				

Figura 4 - 30. Flujo de caja

DÍAS DE TRABAJO POR MES		Utilidad por m2		TASA DE DESCUENTO													
24		50%		15%													
PANEL HEXA																	
INGRESOS (+)	0	1	2	3	4												
EGRESOS(-)		\$4,372,354	\$4,372,354	\$4,372,354	\$4,372,354												
INVERSIONI(-)		\$-2,914,902	\$-2,914,902	\$-2,914,902	\$-2,914,902												
FLUJO DE CAJA=		\$1,457,451	\$1,457,451	\$1,457,451	\$1,457,451												
Flujo de caja Actualizado =		\$1,267,349	\$1,102,042	\$958,298	\$833,302												
Flujo de caja Actualizado Acumulado=		\$-5,661,582	\$-4,559,539	\$-3,601,242	\$-2,767,939												
PANEL TRIANGULAR																	
INGRESOS (+)	0	1	2	3	4												
EGRESOS(-)		\$4,412,468	\$4,412,468	\$4,412,468	\$4,412,468												
INVERSIONI(-)		\$-2,941,645	\$-2,941,645	\$-2,941,645	\$-2,941,645												
FLUJO DE CAJA=		\$1,470,823	\$1,470,823	\$1,470,823	\$1,470,823												
Flujo de caja Actualizado =		\$1,278,976	\$1,112,153	\$967,090	\$840,948												
Flujo de caja Actualizado Acumulado=		\$-5,649,954	\$-4,537,801	\$-3,570,711	\$-2,729,764												
PANEL CUADRADO																	
INGRESOS (+)	0	1	2	3	4												
EGRESOS(-)		\$4,310,780	\$4,310,780	\$4,310,780	\$4,310,780												
INVERSIONI(-)		\$-2,873,853	\$-2,873,853	\$-2,873,853	\$-2,873,853												
FLUJO DE CAJA=		\$1,436,927	\$1,436,927	\$1,436,927	\$1,436,927												
Flujo de caja Actualizado =		\$1,249,502	\$1,086,523	\$944,803	\$821,568												
Flujo de caja Actualizado Acumulado=		\$-5,679,429	\$-4,592,906	\$-3,648,103	\$-2,826,536												
<table><tr><td>1er Año</td><td>2do Año</td><td>3er Año</td></tr><tr><td>\$971,357</td><td>\$2,447,977</td><td>\$2,723,968</td></tr><tr><td>\$1,043,839</td><td>\$2,534,007</td><td>\$2,812,529</td></tr><tr><td>\$860,102</td><td>\$2,315,928</td><td>\$2,588,032</td></tr></table>						1er Año	2do Año	3er Año	\$971,357	\$2,447,977	\$2,723,968	\$1,043,839	\$2,534,007	\$2,812,529	\$860,102	\$2,315,928	\$2,588,032
1er Año	2do Año	3er Año															
\$971,357	\$2,447,977	\$2,723,968															
\$1,043,839	\$2,534,007	\$2,812,529															
\$860,102	\$2,315,928	\$2,588,032															
<table><tr><td>TIR PANEL HEXA</td><td>21.9%</td></tr><tr><td>TIR PANEL TRIANGULAR</td><td>22.1%</td></tr><tr><td>TIR PANEL CUADRADO</td><td>21.6%</td></tr><tr><td>PRI GENERAL</td><td>9</td></tr></table>						TIR PANEL HEXA	21.9%	TIR PANEL TRIANGULAR	22.1%	TIR PANEL CUADRADO	21.6%	PRI GENERAL	9				
TIR PANEL HEXA	21.9%																
TIR PANEL TRIANGULAR	22.1%																
TIR PANEL CUADRADO	21.6%																
PRI GENERAL	9																

Fuente: Elaboración propia basa en cálculo de flujo de caja

ANÁLISIS Y PROYECCIONES

Análisis

Como pudimos apreciar este biomaterial tiene múltiples propiedades que podría ser optimizadas para distintas aplicaciones. Su bajo coste, facilidad de producción y sostenibilidad de su ciclo de vida lo convierte en una gran alternativa a los polímeros basados en fósiles.

Para recapitular, las propiedades y características del micelio son las siguientes: biodegradable, aislante, termoacústico, dieléctrico, ignífugo, resistente a impactos, impermeable, liviano, estructuralmente íntegro, Mecanizable, flotante y densidad y dureza manipulables.

En esta oportunidad se ha analizado su factibilidad para la creación de palmetas según sus propiedades, con resultados positivos. Las propiedades del micelio hacen que este sea un material idóneo para palmetas decorativas y funcionales y el hecho que estas propiedades puedan ser manipuladas y potenciadas en el proceso de cultivo diversifica sus potenciales aplicaciones. También se deja la puerta abierta para otros productos escalables.

El mercado actual de materiales de aislación está liderado por productos derivados fósiles como el poliestireno expandido y poliuretano. Las grandes cadenas proveedores de material de construcción acaparan alrededor del 80% del mercado de la aislación, pero no incluyen materiales biobasados en sus catálogos. Además, prácticamente no existen empresas que entreguen un servicio integral de diagnóstico, plan de mejora y ejecución de obras de proyectos de aislamiento térmico y eficiencia energética.

Como ya se mostró, gracias a las nuevas y futuras legislaciones y aumento en el interés de los consumidores en soluciones sustentables, la participación de biomateriales proyecta un crecimiento significativo.

Por lo anterior y otras razones, hay espacio en el mercado para introducir un emprendimiento enfocado en la investigación aplicada de biomateriales en este momento.

Como se ha visto a lo largo de este trabajo, el micelio tiene un desempeño equiparable e incluso superior a los materiales de construcción derivados del petróleo, especialmente el poliestireno expandido, principal sustituto. Si tomamos en cuenta otras ventajas como la resistencia al fuego y su biodegradabilidad el micelio supera a los materiales tradicionales, ya que son aspectos que ni siquiera consideran.

El proceso de investigación y experimentación con biomateriales se remonta a cerca de dos años atrás. Durante este periodo se han cultivado y reproducido múltiples biomateriales con diversas aplicaciones. El material principal de investigación y protagonista de esta investigación, el micelio, ha sido sometido a experimentación empírica. Durante dicha experimentación se observó el comportamiento del material frente a impactos, impermeabilidad, resistencia al fuego. Estas observaciones llevaron a la elección del producto a desarrollar, ya que se concluyó que era este donde la mayoría de las propiedades del material pueden ser aprovechadas, además de ser un producto de baja complejidad de producción, lo que lo hace ideal para ser un producto mínimo viable de este proyecto.

Las propiedades del material y desempeño del producto serán analizadas cuantitativa y cualitativamente en los laboratorios de la universidad una vez las condiciones lo permitan. Es muy importante determinar las principales variables que repercuten en la densidad y dureza del material con la finalidad de modificar sus propiedades y así satisfacer de mejor manera las necesidades del mercado

Durante las múltiples iteraciones de cultivo que se realizaron, se encontraron tres variables del ambiente de cultivo que afectan al producto final de micelio: temperatura, iluminación y humedad.

Durante el proceso de expansión del hongo, este se encuentra en completa oscuridad, sellado herméticamente para mantener la humedad y a una temperatura constante de 25 grados centígrados aproximadamente. El hongo puede ser expuestos a *Shocks* o choques de una o varias de las variables arriba mencionadas para estresarlo y así tener distintas características deseables.

Por ejemplo, si la temperatura del ambiente es disminuida de 3 a 5 grados centígrados, el micelio demorará más tiempo en expandirse, pero la pieza final será más esponjosa y liviana. Si el micelio es expuesto a la luz durante los últimos días de expansión, este comenzará el proceso de fructificación y creará una capa externa más dura e impermeable de color marrón que la normal. La humedad juega un rol importante en la velocidad de expansión del micelio. Una humedad ligeramente inferior a la normal retrasará su crecimiento y mejorará características como la integridad estructural.

La aplicación de presión durante el proceso de cultivo del micelio demostró ser una variable mecánica para alterar las propiedades de densidad y dureza de la pieza final. El micelio puede ser sometido a presión, lo que aumenta su densidad y dureza hasta conseguir un comportamiento comparable a cartón grueso o láminas delgadas de madera. Esto no afecta al crecimiento del hongo siempre y cuando se procure tener oxigenación al interior del molde o prensa.

Se optó por externalizar toda actividad que no sea habitual o que revele fases importantes del proceso de fabricación, es decir enfocarse netamente en el proceso de cultivo.

Se eligió fabricar los moldes en PET por su bajo costo, tiempo de vida útil y capacidad de reciclaje.

La producción debe ser realizada en un espacio con ambiente controlado y que evite el ingreso de contaminación biológica. Con el uso de técnicas pasivas y fuentes renovables los costos de mantener dicho ambiente pueden ser significativamente reducidos.

Uno de los principales obstáculos que enfrentan los biomateriales para poder ser competitivos con materiales derivados del petróleo es el tiempo de producción. Mientras que productos plásticos pueden ser producidos en segundos, los materiales tardan días o incluso semanas en ser cultivados. A pesar de esto el panorama es prometedor. Mejoras en las técnicas de producción, nuevas legislaciones que promueven materiales amigables con el medio ambiente y restringen a los contaminantes y una creciente conciencia ambiental de los consumidores, impulsarán a los biomateriales o nuevas dimensiones.

Una de las variables críticas y donde se encuentra el mayor coste del producto es en el proceso de esterilización por autoclave. Una buena solución sería la incorporación de energías renovables.

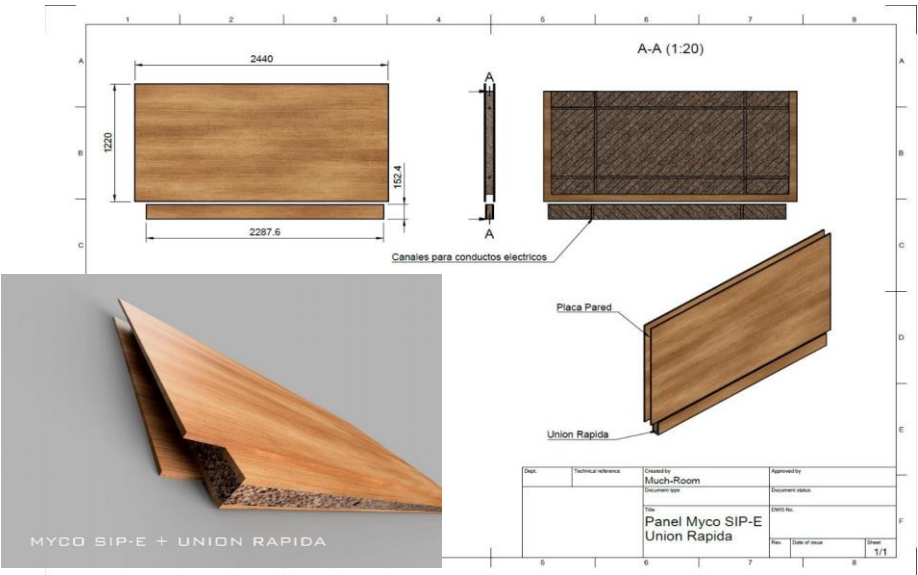
Trabajo futuro

Hasta el momento de redacción de este documento, este proyecto se encuentra participando con el 3ie (Instituto Internacional para la Innovación Empresarial) de la Universidad Técnica Federico Santa María en el programa Conecta3 con el emprendimiento “Much-Room”. El proyecto se encuentra en la etapa de pre-incubación (etapa final del programa) donde se provee de \$1.750.000 pesos chilenos para el prototipado del producto para poder ser presentado en otras instancias de financiamiento, como por ejemplo, CORFO.

Una vez que el producto palmeta tenga un proceso un fórmula optimizada y estandarizada, se proyecta trabajar en otros productos biobasados que aprovechen las propiedades antes mencionadas del micelio.

Uno de estos productos son los paneles tipo SIP, los cuales son utilizados para la construcción de casas prefabricadas debido a su rápida instalación y características aislantes termoacústicas, pero al contener poliuretano expandido en su interior, son extremadamente contaminantes al momento de ser desechados.

Figura 5 - 1. Panel Myco SIP-E

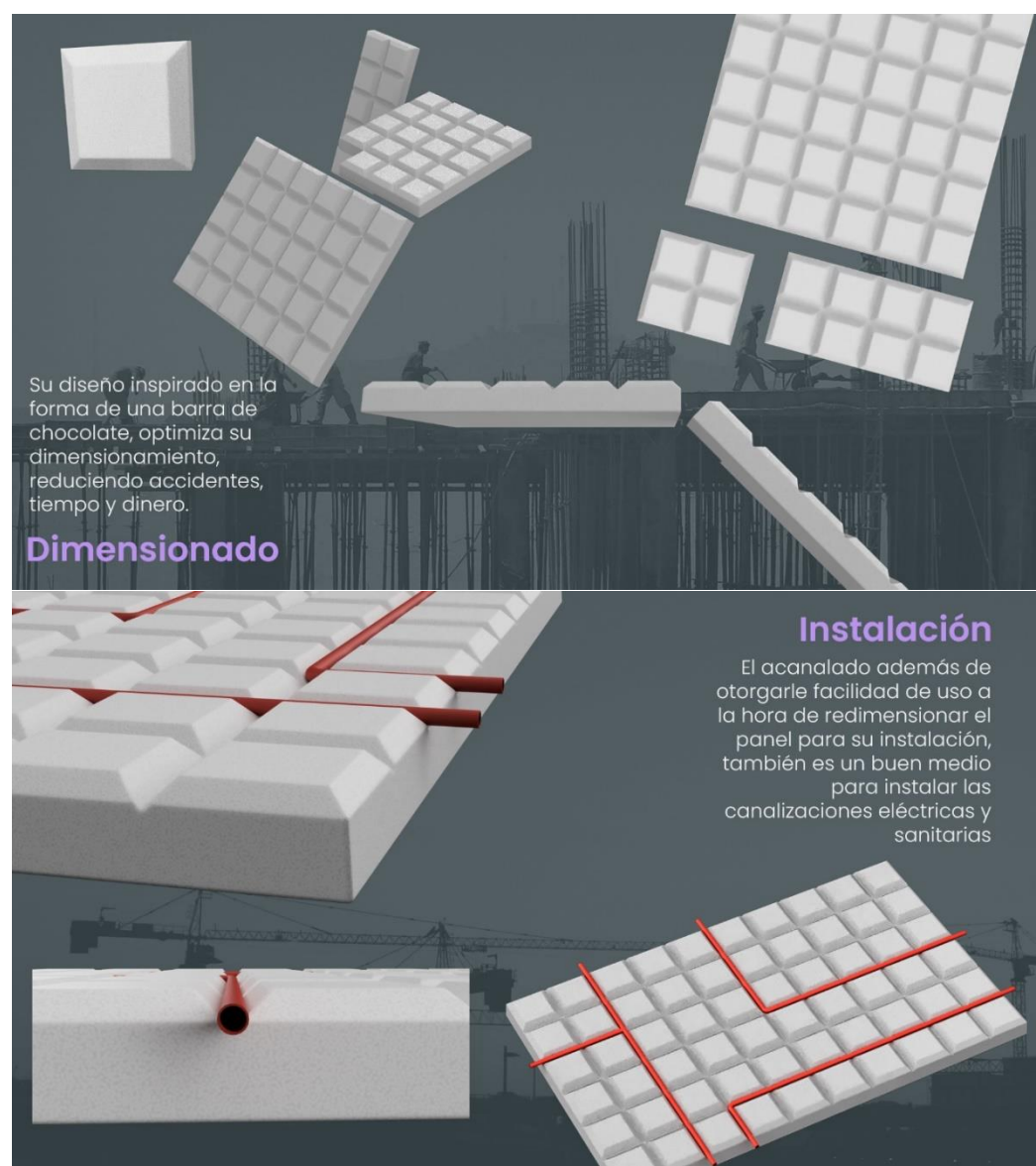


Fuente: Elaboración propia. Modelado 3D en Fusion 360.

Siguiendo con la línea de la construcción, el micelio es una opción de material óptimo para su uso en casas prefabricadas, ya que sus hifas pueden ser moldeadas fácilmente. Estas pueden ser introducidas entre dos chapas de algún material rígido (madera, metal, etc.) para que sirvan tanto de aglutinante como de ayuda a la integridad estructural.

Otra aplicación considerada es trabajar con un panel de micelio para ser instalado entre los tabiques en casa en construcción. Que cuente con una cuadrícula que sirve tanto como prepicado para facilitar su dimensionamiento como para instalar ductos eléctricos o sanitarios sin la necesidad de utilizar herramientas especiales.

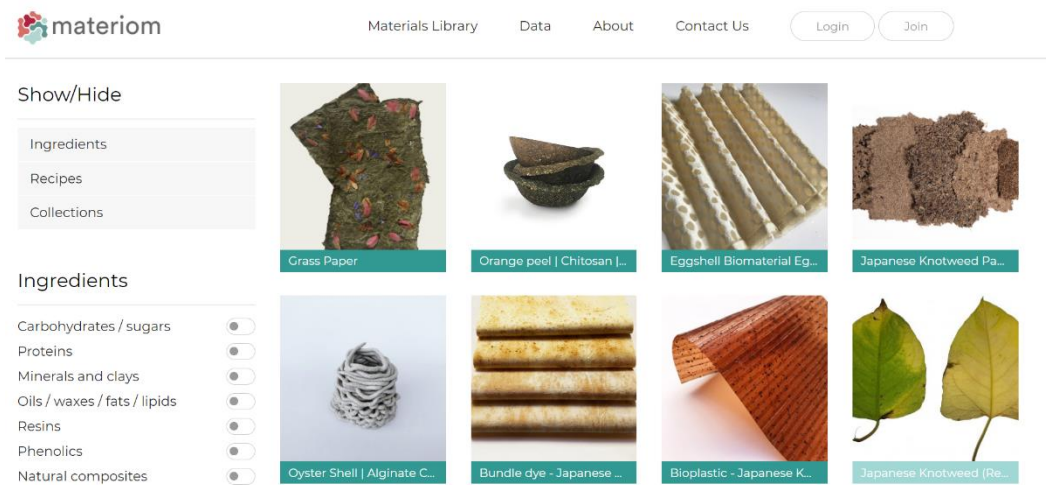
Figura 5 - 2. Chocopanel de micelio



Fuente: Elaboración propia. Modelado 3D en Fusion 360.

Trabajos destacables en biomateriales

Figura 5 - 3. Materiom. Recetario digital de biomateriales de fuente abierta



Fuente: Materiom (2018)

Figura 5 - 4. MycoWorks. Cuero de micelio



Fuente: MycoWorks (2021)

Figura 5 - 5. Agua Hoja. Escultura de quitina impresa en 3D



Fuente: Madera21 (2020)

CONCLUSIONES

En este trabajo se expuso la factibilidad técnica y económica del desarrollo de palmetas aislantes termoacústicos e ignífugos biobasadas en micelio enfocados en la industria de la construcción, arquitectura y diseño. Para lograr lo anteriormente mencionado, se realizó un análisis dividido en cuatro partes.

En el primer capítulo se realizó la revisión general de antecedentes relevantes para contextualizar el proyecto. En este se exhibió que hay espacio en el mercado para una solución sustentable de materiales de construcción como el micelio. Además, los análisis de Porter y Pestel indican múltiples factores positivos que apuntan al éxito del proyecto, siendo uno de los más importantes la introducción de nuevas legislaciones que promueven el uso de materiales sustentables y biobasados.

Durante el segundo capítulo fueron expuestas las definiciones técnicas y económicas preliminares del proyecto. Se estudió el marco legal con todas las medidas ambientales y burocráticas que el proyecto debe cumplir. El análisis de las características del micelio, tales como biodegradabilidad, aislación termoacústica y resistencia al fuego, ratifican a este material como sustituto óptimo de materiales de construcción derivados del petróleo.

A continuación, en el tercer capítulo se definió el producto final y sus características junto a los materiales y procesos que conlleva. Se determinó un diseño modular de palmetas con figuras geométricas definidas como producto mínimo viable. Este producto puede ser utilizado tanto en proyectos nuevos como para rehabilitación termoacústica de espacios existentes. Para el proceso de fabricación se optó por trabajar en un espacio con condiciones cuidadosamente controladas y utilizar moldes de PET por su bajo costo y factibilidad de reciclaje, cuya fabricación será externalizada.

Para el capítulo cuarto se verificó la factibilidad económica del proyecto y analizó potencial de crecimiento. El bajo costo de las materias primas, la poca mano de obra necesaria y el simple proceso de fabricación de las palmetas son los pilares del éxito financiero del proyecto. Las nuevas legislaciones, anteriormente mencionadas, apoyan la idea de sustentabilidad y crecimiento del proyecto.

Tal y como se ha demostrado a lo largo del proyecto, el micelio resulta un material factible de emplear en la industria de la construcción y arquitectura. Este trabajo abre la

puerta a nuevas exploraciones en el uso del micelio (y biomateriales per se) en industrias textiles y vestuario, en el área de empaque de productos y diseño en general.

BIBLIOGRAFÍA

AFS INTERCULTURAL PROGRAMS. Dimensiones Culturales de Hofstede [en línea]. <<https://s3.amazonaws.com/woca-s3/telligent.evolution.components.attachments/13/1637/00/00/00/00/65/14/Hofstede%27s+Cultural+Dimensions...for+friends+of+AFS+2012+-+ESP.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJC2S635RRRB3EOPQ&Expires=1611189146&Signature=eED%2bBiykS2f4sL87PBNnq4a6uHg%3d>> [consulta: 6 diciembre 2020].

AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. Acuerdos de producción limpia [en línea]. <<https://www.ascc.cl/pagina/apl>> [consulta: 5 diciembre 2020].

AISLACEL. Soluciones AISLACEL [en línea]. <<https://aislcel.cl/soluciones/>> [consulta: 25 septiembre 2020].

AISLAPANEL y AISLACENTRO. Aislación térmica poliestireno expandido (EPS) en distintas densidades y formatos [en línea]. <[http://www.aislapanel.americainternet.cl/ficha-tecnica/2/ficha-planchas-de-poliestireno-expandido-\(eps\)-aislacentro.pdf](http://www.aislapanel.americainternet.cl/ficha-tecnica/2/ficha-planchas-de-poliestireno-expandido-(eps)-aislacentro.pdf)> [consulta: 30 diciembre 2020].

ANDRADE. Metodología Canvas, una forma de agregar valor a sus ideas de negocios [en línea]. <<http://www.innovacion.gob.cl/reportaje/metodologia-canvas-la-nueva-forma-de-agregar-valor/>> [consulta: 30 septiembre 2020].

BAUX. (2020). Design with sustainable and functional acoustics materials [en línea]. <<https://www.baux.se/acoustic-wood-wool-products/>> [consulta: 3 octubre 2020].

BIOBAUEN. Biobauen – biomateriales [en línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=tVFv6KdnLTU&t=73s>> [consulta: 3 octubre 2020].

Bioplastics. European Bioplastics [en línea]. <<https://www.european-bioplastics.org/about-us/>> [consulta: 3 octubre 2020].

BUCKNALL, C.B., BUCKLEY, CP y MCCRUM, N.G. Principles of polymer engineering. 2a ed. Oxford et al.: Oxford University Press, 1997. ISBN 978-0-19-856526-0.

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN. Cámara chilena de la construcción [en línea]. <<https://www.cchc.cl>> [consulta: 6 octubre 2020].

CaSIP. Introducción al panel SIP [en línea]. <<http://www.casip.cl/wp-content/uploads/2018/04/Introducción-al-SIP.pdf>> [consulta: 20 octubre 2020].

CÍRCULO DE ESTUDIOS LATINOAMERICANOS. Chilena Codelco aprueba dos proyectos por más de US\$1.200M y prevé generar 2.000 nuevos empleos [en línea]. <<https://www.cesla.com/detalle-noticias-de-chile.php?Id=14715>> [consulta: 20 octubre 2020].

COMPAÑÍA GENERAL DE ELECTRICIDAD DISTRIBUCIÓN S.A. Compañía General de Electricidad Distribución [en línea]. <<https://www.cge.cl>> [consulta: 20 octubre 2020].

Corporación de fomento de la producción. (2020). Construye 2025 Hoja de Ruta [en línea]. <<http://construye2025.cl/cgi-sys/defaultwebpage.cgi>> [consulta: 20 octubre 2020].

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. Condensación Intersticial [en línea]. Ediciones Técnicas, 2020 (c), 3(28) <http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html>. [consulta: 10 diciembre 2020].

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. Condensación Superficial [en línea]. Ediciones Técnicas, 2020 (d), 3(27) <http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html>. [consulta: 10 diciembre 2020].

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. Gestión de Residuos para Mejorar la Productividad en la Empresa [en línea]. Ediciones Técnicas, 2020 (a), 3(15) <http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html>. [consulta: 10 diciembre 2020].

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. Paneles Decorativos [en línea]. Ediciones Técnicas, 2020 (b), 3(23) <http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html>. [consulta: 10 diciembre 2020].

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. Plan de Gestión de Residuos en Obra, Paso a Paso [en línea]. Ediciones Técnicas, 2020 (e), 3(16) <http://informatica.cdt.cl/documentos/publicaciones/documentos_tecnicos/compendios.html>. [consulta: 10 diciembre 2020].

DATA CHILE. DataChile [en línea]. <<https://es.datachile.io>> [consulta: 20 octubre 2020].

DECRETO 458: Ley General de Urbanismo y Construcciones. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 12 de noviembre del 2020.

DECRETO 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 18 de noviembre del 2020.

DÍAS, Jaime Ernesto, PELÁEZ, Juan Camilo y TORRES, Celina. Efecto de dos campos magnéticos sobre el crecimiento micelial y propiedades sensoriales del hongo *Pleurotus Ostreatus* [en línea]. Revista colombiana de ciencias hortícolas, 2013, 7(1). <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v7n1/v7n1a09.pdf> [consulta: 21 diciembre 2020].

DIN CERTCO. Tuv Rheinland DIN CERTCO [en línea]. <<https://www.dincertco.de/dincertco/en/>> [consulta: 21 octubre 2020].

EDUCALINGO. Micelio [en línea]. <<https://educalingo.com/es/dic-en/mycelium>> [consulta: 30 diciembre 2020].

ENCICLOPEDIA DE BIOLOGÍA. Reino Fungi [en línea]. <<https://enciclopediadebiologia.com/reino-fungi/>> [consulta: 5 noviembre 2020].

Encyclopædia Britannica. Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer [en línea]. <<https://www.britannica.com/science/acrylonitrile-butadiene-styrene-copolymer>> [consulta: 5 noviembre 2020].

EUROPEAN BIOPLASTICS. Bioplastic Materials [en línea]. <<https://www.european-bioplastics.org>> [consulta: 05 noviembre 2019].

FREEDOM HOUSE. Freedom House in the World, Chile [en línea]. <<https://freedomhouse.org/country/chile/freedom-world/2020>> [consulta: 5 noviembre 2020].

FUENTES, Ignacio. Bio Fabricación. Micelio como material de construcción: biocomposite en sustratos lignocelulósicos [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

<http://oa.upm.es/63507/1/TFG_Jun20_Fuentes_Cantillana_Monereo_Ignacio.pdf> [consulta: 30 diciembre 2020].

FUNGI PERFECT. MycoRestoration of Abandoned Logging Roads [en línea]. <<https://fungi.com/blogs/articles/mycorestoration-of-abandoned-logging-roads>> [consulta: 5 noviembre 2020].

GESTIÓN EN RECURSOS NATURALES. Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales [en línea]. <<https://www.grn.cl>> [consulta: 6 diciembre 2020].

GIBAGO (2016). About us [en línea]. <<http://www.gibago.com.ec/index.php/en/>> [consulta: 6 diciembre 2020].

LEPP, Heino. The mycelium [en línea]. <<https://www.anbg.gov.au/fungi/mycelium.html>> [consulta: 6 diciembre 2020].

LEWIS, Jeff. Why Styrofoam (Expanded Polystyrene) Should Be Banned Everywhere In The World [en línea]. <<https://medium.com/age-of-awareness/why-styrofoam-expanded-polystyrene-should-be-banned-everywhere-in-the-world-4101552f5e2b>> [consulta: 04 enero 2020].

MADERA21. Aguahoja es una estructura fabricada robóticamente hecha de materia orgánica [en línea]. <<https://www.madera21.cl/aguahoja-i-es-una-estructura-fabricada-roboticamente-hecha-de-materia-organica/>> [consulta: 04 enero 2020].

MASISA. Tableros sin revestir [en línea]. <<https://www.masisa.com/tableros/desnudos>> [consulta: 9 noviembre 2020].

MATERIOM. Materials library [en línea]. <<https://materiom.org/search>> [consulta: 04 enero 2020].

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL Y FAMILIA. Resultados encuesta CASEN 2017.<http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2017.php> [consulta: 3 octubre 2020].

MINISTERIO DE ECONOMÍA FOMENTO Y TURISMO. Cuarta Encuesta Longitudinal de Empresas[en línea]. <<https://www.economia.gob.cl/estudios-y-encuestas/cuarta-encuesta-longitudinal-de-empresas-ele-4>> [consulta: 16 enero 2021].

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO. Tu empresa en un día [en línea]. <<https://www.registrodeempresasysociedades.cl>> [consulta: 20 noviembre 2020].

MINISTERIO DE ENERGÍA. Explorador Solar, 2020 [en línea]. <<http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>> [consulta: 05 noviembre 2020].

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley de fomento al Reciclaje [en línea]. <<https://mma.gob.cl/economia-circular/ley-de-fomento-al-reciclaje/>> [consulta: 16 noviembre 2020].

MYCOWORKS. Introducing Reishi, a new class of fine material [en línea]. <<https://www.mycoworks.com>> [consulta: 16 enero 2021].

OXMAN, Neri. Design at the intersection of technology and biology [en línea]. <https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology#t-1030745> [consulta: 4 enero 2021].

PORTER, Michael. The structure within industries and companies' performance [en línea]. JSTOR, 1979, 61(2). <www.jstor.org/stable/1924589> [consulta: 16 enero 2021]. doi:10.2307/1924589.

Randstad. Randstad sobre nosotros [en línea]. <<https://www.randstad.cl/sobre-nosotros>> [consulta: 16 noviembre 2020].

ROOTMAN. ROOTMAN [en línea]. <<https://rootman.com/>> [consulta: 16 noviembre 2020].

SÁNCHEZ Azócar, José. Análisis de factibilidad técnica y económica para la incorporación de una empresa de rehabilitación térmica de viviendas usadas, en el mercado de la construcción chilena [en línea]. Santiago de Chile. Universidad de Chile.

<<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/102639/Análisis-de-factibilidad-técnica-y-económica-para-la-incorporación-de-una-empresa-de-rehabilitación-térmica-de-viviendas-usadas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>> [consulta: 22 diciembre 2020].

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. Gestión Ambiental [en línea]. <<http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/gestion-ambiental>> [consulta: 16 diciembre 2020].

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL. ¿Qué es SEIA? [en línea]. <<https://sea.gob.cl/sea/que-es-seia>> [consulta: 15 enero 2020].

SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS. Constituyendo una Sociedad [en línea]. <http://www.sii.cl/portales/investors/formas_invertir/constituyendo_sociedad.html> [consulta: 20 noviembre 2020].

SOLEDAD-Rodríguez, Elena. Análisis de contaminantes ambientales con polímeros de impronta molecular[en línea]. Revista Internacional de Contaminacion Ambiental, 2020, 36 (1) <https://www.researchgate.net/publication/339004257_ANALISIS_DE_CONTAMINANTES_AMBIENTALES_CON_POLIMEROS_DE_IMPRONTA_MOLECULAR> [consulta: 20 noviembre 2020].

TÜV AUSTRIA. Quienes somos [en línea]. <<https://www.tuv.at/es/tuev-austria-group/quienes-somos/>> [consulta: 20 noviembre 2020].

WALLPAPER FLARE. Ganoderma, Medicinal Mushrooms, lingzhi mushroom, food, food and drink, HD wallpaper [en línea]. <<https://www.wallpaperflare.com/ganoderma-medicinal-mushrooms-lingzhi-mushroom-food-food-and-drink-wallpaper-wxoqe>> [consulta: 30 diciembre 2020].

WORLD BANK GROUP. Doing Business, Economy Profile of Chile [en línea] <<https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/country/c/chile/CHL.pdf>> [consulta: 18 noviembre 2020].