

Arte de la naturaleza

Desarrollo de biomaterial para la arquitectura y el diseño

CARLA ANAHÍ URBINA BACA
UMSNH/FAUM

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Arquitectura

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
Arquitecto

PRESENTA:

Carla Anahí Urbina Baca

ASESOR:

Dr. Axel Becerra Santacruz

Morelia, Michoacán, Octubre 2022



Arte de la naturaleza

Desarrollo de biomaterial para la arquitectura y diseño

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
Arquitecto

PRESENTA:
Carla Anahí Urbina Baca

ASESOR:
Dr. Axel Becerra Santacruz

SINODALES:
Dr. Habid Becerra Santacruz
Dr. Juan Alberto Bedolla Arroyo

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Arquitectura

Morelia, Michoacán, Octubre 2022



“Mantén tu amor hacia la naturaleza, porque es la verdadera forma de entender el arte más y más”

Vicent Van Gogh

Agradecimientos

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Facultad de Arquitectura por brindarme la oportunidad de concluir mi carrera universitaria.

Agradezco a todas aquellas instituciones y personas que me han permitido formarme como arquitecto. En especial a mi asesor de tesis, Axel Becerra Santacruz, por todo el aprendizaje que me brindo. También al arquitecto Alejandro Weiss, cofundador de LABVA, por su importante aportación para el desarrollo de la investigación.

Dedicatorias

A Dios, a mis papás, hermanos y amigos, quienes han estado a mi lado en este recorrido, gracias por apoyarme en todo momento.

Resumen

Este trabajo de tesis se desarrolla a través de investigación experimental; con fines tecnológicos, de diseño y artísticos. El objetivo es crear y diseñar un material biodegradable a base de recursos naturales de residuos de madera y buscar sus posibles usos en la arquitectura.

Los biomateriales los encontramos como un medio de solución para minimizar los problemas del impacto ambiental, así mismo se aprovechan recursos naturales que actualmente son considerados desperdicio.

Se experimentó con abundancias de la región de Ciudad Hidalgo Michoacán, tal material serán los residuos de la madera de distintos talleres como recurso principal, esto con el fin de aprovechar los desperdicios que se dan a base de los trabajos realizados en la zona. Se genera una trazabilidad en el territorio, es decir, se estudia la producción, extracción, procesamiento y transformación del material a diseñar, rompiendo la economía lineal que se genera en la zona y plantear una propuesta de economía circular, minimizando los impactos negativos en el medio ambiente que se tienen derivados del uso y extracción de los recursos naturales de la zona.

Para lograr este trabajo se utilizó una apropiación metodológica creada a partir de la fusión de la Metodología Design Thinking, Material Driven Design y Metodología de trabajo LABVA. El proceso se divide en 3 etapas de trabajo (experimental, material y funcional); obteniendo como resultado la caracterización del material. Se estudia su morfología y funcionalidad para pensar en sus posibles aplicaciones.

Como resultado se obtuvo un material moldeable de aserrín-viruta aglutinado con resina natural y es implementado en objetos decorativos aplicados en el ámbito del diseño; llegando a posibles especulaciones con el material obtenido.

Palabras clave: **biomaterial, economía circular, diseño experimental, caracterización, residuos de madera.**

Abstract

This thesis project is developed through experimental research; for technological, design and artistic purposes. The objective is to create and design a biodegradable material based on natural resources of wood waste and look for its possible uses in architecture.

Biomaterials are found as a means of solution to minimize the problems of environmental impact, likewise, natural resources that are currently considered waste are used.

It was experimented with abundances of the region of Ciudad Hidalgo Michoacán, such material shall be wood waste from various workshops as the main resource, this in order to take advantage of the waste that is given based on the work carried out in the area. Traceability is generated in the territory, that is, the production, extraction, processing and transformation of the material to be designed are studied, breaking the linear economy that is generated in the area and propose a circular economy, minimizing the negative impacts on the environment that are derived from the use and extraction of the natural resources of the area.

To achieve this work we used a methodological appropriation created from the merger of Design Thinking Methodology, Material Driven Design and LABVA work methodology. The process is divided into 3 stages of work (experimental, material and functional); obtaining as a result the characterization of the material. Its morphology and functionality are studied to think about its possible applications.

As a result, a moldable material of chip sawdust agglutinated with natural resin was obtained and is implemented in decorative objects applied in the field of design; reaching possible speculations whit the material obtained.

Keywords: **biomaterial, circular economics, experimental design, characterization, wood waste.**

CONTENIDO			
RESUMEN	6	LA NATURALEZA COMO FUENTE DE INSPIRACIÓN	56
ABSTRACT	7	ECOLOGÍA MATERIAL	57
		BIOECONOMÍA/ECONOMÍA CIRCULAR	58
INTRODUCCIÓN	11	IV ESTADO DEL ARTE	63
Qué es TARU	12	APLICACIONES DE BIOMATERIALES EN ARQUITECTURA	64
INTRODUCCIÓN	13	REFERENCIAS EN EL DISEÑO	66
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14	RESUMEN DE ANALOGÍAS	76
JUSTIFICACIÓN	18	POSTURA TEORICA	80
OBJETIVOS		V PROCESO EXPERIMENTAL	83
Objetivo general	21	DESARROLLO EXPERIMENTAL	84
Objetivos específicos	21	Proceso experimental de elaboración de biomaterial.	
HIPÓTESIS	22	Etapa 1	86
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	23	Etapa 2. Material	109
DEFINICIONES BÁSICAS	24	Proceso material de elaboración de biocompuesto. Etapa 2	112
METODOLOGÍAS DE TRABAJO	26	Etapa 3. Funcional.	125
Metodología Design Thinking	26	Proceso funcional de elaboración de biocompuesto. Etapa 3	128
Material Driven Design	30	CARACTERIZACIÓN	152
Metodología de trabajo de LABVA	33	RECETARIO	161
APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS AL TRABAJO		VI RESULTADOS	171
DESARROLLADO	34	PROPUESTA DE USOS APLICACIÓN EN EL DISEÑO Y	
		ARQUITECTURA	173
MARCO TEÓRICO	37	ESPECULACIÓN MATERIAL	181
BIOMATERIAL	38		
GENERACIÓN DE BIOMATERIALES/MADERA	40	REFLEXIONES FINALES	187
MADERA/RECURSO NATURAL	42	LISTA DE REFERENCIAS	188
GENERACIÓN DE RESIDUOS	48	LISTA DE FIGURAS	192
		LISTA DE TABLAS	197
ANTECEDENTES	51		
BIOLOGÍA Y DISEÑO	52		
BIOMIMETISMO	53		

“En vez de resolver problemas hay que buscarlos”

Neri Oxman



INTRODUCCIÓN

¿Qué es TARU?

Es un esquema de trabajo basado en el diseño a través de la experimentación y la acción colectiva a través de la participación. Se trata de un taller colectivo el cual busca llevar a la realidad los proyectos realizados.

Vincula a los alumnos a enfrentar la realidad para entender los problemas de la actualidad por medio de un esquema de diseño y de exploraciones a través de experimentos iterativos. Se realizan etapas del proceso, tales como: definición de oportunidades, recolección y análisis de datos, diagnóstico, ideación, diseño especulativo y prototipado, implementación piloto a pequeña escala.

En TARU es fundamental la validación de Diseño en base a un análisis de resultados que muestre la evidencia, contribuciones principales y conclusiones.



FIG. 01 Logo TARU (Taller de Acción Rur-Urbana)

La problemática de la contaminación del medio ambiente derivada del consumo desmedido de los recursos naturales con la que nos enfrentamos hoy en día debe ser atendida urgentemente, ya que estos se están agotando y debemos buscar alternativas para minimizar estos impactos negativos.

Las grandes cantidades de residuos generados de trabajos realizados con recursos naturales, en este caso de madera encontrados en la región de Cd. Hidalgo, Michoacán, aumentan considerablemente, debido a que hoy en día no son aprovechados y terminan siendo basura, por lo que se busca generar una economía circular, es decir, darle continuidad al ciclo de vida de la madera y no terminen estos residuos como un desperdicio sin ninguna utilidad.

Se busca aprovecharlos generando un biomaterial a través del desarrollo de una investigación experimental, con el fin de diseñar prototipos e implementarlos en el diseño de elementos decorativos, ya que es el uso más común que se le da a los biomateriales en la arquitectura.

Los biomateriales los vemos como una herramienta de solución ante la contaminación del medio ambiente, son aquellos que tienen una constitución más natural que químico, son creados a partir de materia prima biológica o a través de organismos vivos. En los últimos tiempos, los biomateriales son utilizados con mayor necesidad en los sectores de la arquitectura y construcción.

La arquitectura cada vez utiliza más la aplicación de biomateriales en la búsqueda de soluciones de bajo impacto ambiental, se busca aprovechar los recursos naturales teniendo presente la economía circular y la química verde.

El biomaterial propuesto debe cumplir con ciertas características para llevar a cabo su función, será necesario hacer pruebas caseras y de laboratorio para conocer sus propiedades y características ya que son factores base para su uso como elemento en el diseño.

El proceso de elaboración del biomaterial se llevará a cabo mediante la experimentación de aglutinar los residuos de madera con una resina natural, se desarrollará con procedimientos y costos mínimos y herramientas caseras, con el fin de que esta propuesta este dirigida a la sociedad y cualquier persona tenga accesibilidad a realizar trabajos de este tipo.

Planteamiento del problema

El medio ambiente ha sufrido importantes transformaciones, principalmente en la naturaleza, los recursos naturales se están agotando, producto del irresponsable modo de extraerlos sin importar el daño que esto ocasiona. En los últimos años esta situación ha ido creciendo sin medida ocasionando cambios de impacto negativo, por lo que se busca remplazar la economía lineal encargada de transformar los recursos en basura, por una economía circular, disminuyendo los desperdicios y residuos; lo que es basura para nosotros debe ser nuestra materia prima.

La contaminación al medio ambiente hoy en día es un tema prioritario, debido a que estos impactos negativos afecta a nuestro ecosistema como también a la sociedad. Se busca disminuir la contaminación, en este caso hablando de la arquitectura en lo que son los procesos y creación de materiales y construcciones altamente contaminantes.

“La construcción es uno de los sectores que más contaminan, produce enormes efectos negativos en el medio ambiente ya sea directa o indirectamente, ya que es el responsable de consumir el 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y del 50% del total de los residuos generados.”(Martínez, 2020).

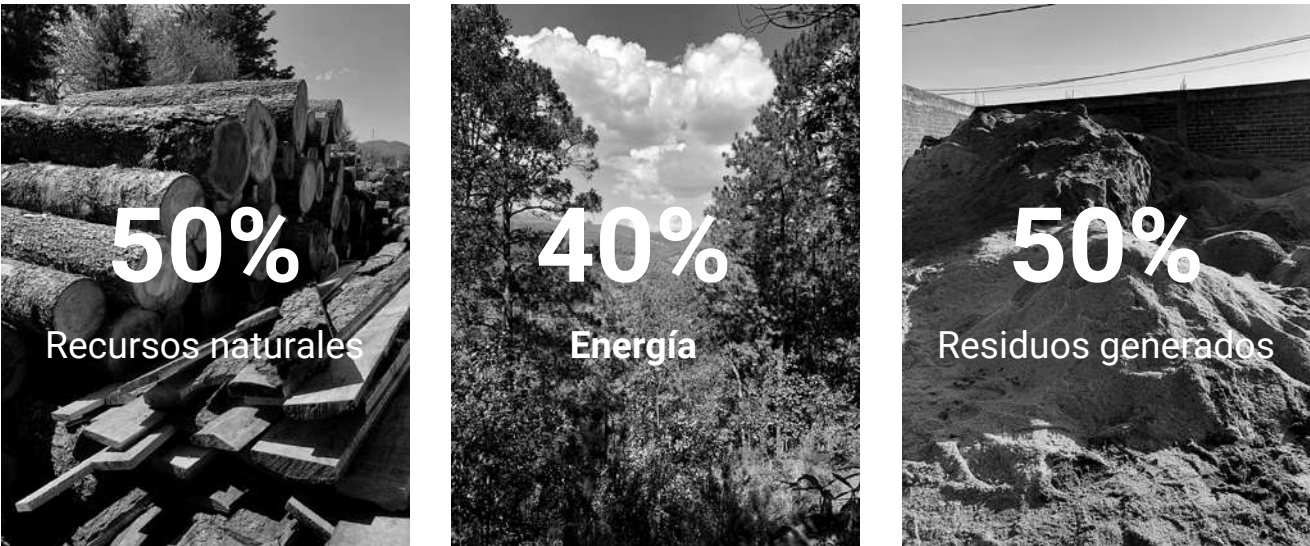


FIG. 02 Recursos naturales, energía consumida y recursos generados producto de la construcción

Esperanza, K. (2018) menciona que de acuerdo con un estudio realizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) la actividad constructora es la industria que más consume recursos naturales, como madera, minerales, energía y sobre todo agua. Los materiales tradicionales conllevan un proceso de fabricación en el cual intervienen factores negativos como la contaminación, cambios climáticos, aumento de distancias para obtener las materias primas, gastos económicos, explotación e incluso el agotamiento de recursos naturales.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2013) estima que los residuos de la construcción y la demolición son provenientes principalmente del material de excavación, de concreto y prefabricados, representan el 87% del total de los residuos, y el resto esta constituido por materiales como madera, plásticos, vidrios, cerámica, etc. En la actualidad se estima que solo el 4% de los residuos son aprovechados (3% reciclaje y 1% reúso) (CMIC, 2013).

Estimación de residuos de la construcción y demolición

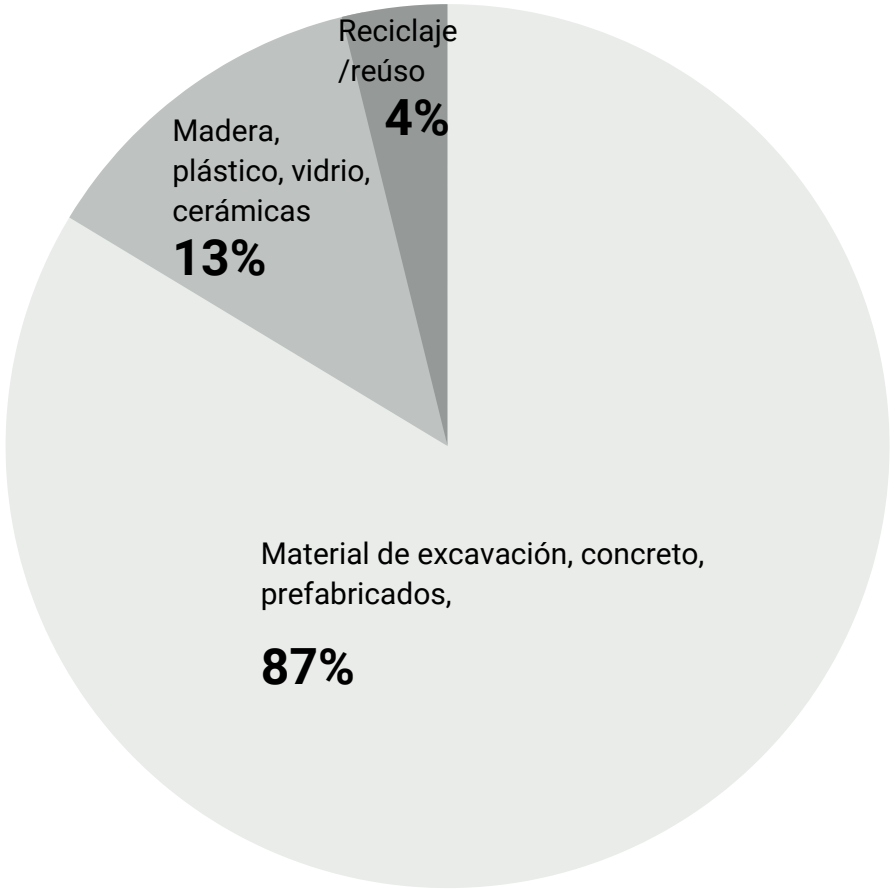


FIG. 03 Porcentajes de residuos generados de la construcción y demolición en México. CIMC, 2013.

Para la estimación de la generación de RCD¹, se empleó un algoritmo que relaciona la superficie de obra construida, con un volumen de generación por unidad, a partir de observaciones de campo. Los resultados generales obtenidos indican una Generación Anual Estimada de 6 millones de toneladas de RCD para el año de referencia (2011), lo que significa una generación diaria de cerca de 17,000 toneladas (CMIC, 2013).

En la siguiente gráfica se muestra escenarios de proyección de la generación de RCD hacia el presente año.

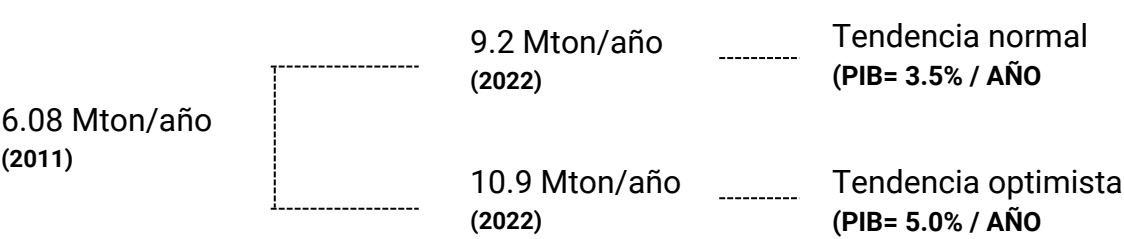


FIG. 04 Estimados de escenarios de proyección de generación de RCD. CIMC, 2013.

De acuerdo a la información recabada se llega a la conclusión que en nuestro país no son aprovechados estos residuos, debido a que el residuo solo lo consideran atractivo cuando el producto reciclado es competitivo con las materias primas en relación al costo y la calidad. Sin embargo, existen normas en el país que establecen la clasificación y especificaciones de manejo integral para los residuos de la construcción y demolición, asimismo, se busca fomentar el manejo adecuado de estos residuos, así como garantizar su reciclaje, reúso y su correcta disposición final (Segambiental, 2021).

1 Residuos de la Construcción y Demolición

Los residuos de demolición y construcción, se han convertido en una problemática constante en el sector, debido a su volumen de producción y la falta de espacio para su disposición final. Para atender esta problemática se buscan alternativas de solución; en este trabajo de tesis se propone una estrategia de gestión que considera desde la reutilización de los residuos de madera como materia prima hasta la fabricación de diversos elementos decorativos y de diseño en la arquitectura.



FIG. 05 Residuos y desechos de la actividad constructora

Justificación

Es necesario buscar soluciones para minimizar la contaminación del medio ambiente producto de la construcción y procesos de fabricación, un camino a esto es el uso racional de materiales naturales y que sustituyan a los altamente contaminantes.

En búsqueda de soluciones nos encontramos con los materiales sustentables; que Aguilar D. (2011), los define como: son aquellos cuya extracción, manufactura, operación y disposición final tiene un impacto ambiental bajo, es económicamente viable, su fabricación implica el empleo de mano de obra local, y durante su vida útil no compromete la calidad de vida de los seres vivos que están de alguna manera en contacto directo con él, incluyendo al ser humano.



FIG. 06 Residuos sustentables naturales

La dimensión ambiental propone mejorar los niveles de bienestar con el uso adecuado de los recursos naturales. Dentro de esta dimensión Alburquerque y Dini (2008: 313) plantean la importancia de la valorización del medio ambiente como un activo de desarrollo; de la educación ambiental; del fomento de energías renovables, de la producción ecológica, de la producción eco-eficiente y de las formas de consumo sostenibles ambientalmente (Chuela, 2020).

En la actualidad los biomateriales se clasifican en el campo de soluciones contra la contaminación y el impacto ambiental, por lo que los definimos como cada vez más necesarios en cuanto al tema de reducir la contaminación resultado de la fabricación de materiales altamente contaminantes, así como en el tema de aprovechamiento de recursos y desperdicios.

Análisis de la región

La investigación está enfocada en la región de Cd hidalgo, Michoacán, por lo que se hace un análisis para recabar información sobre los desperdicios que se pueden aprovechar.

La localización geográfica de Ciudad Hidalgo es esencial para su vocación económica actual: la explotación y transformación de la madera. De ahí que la industria mueblera se considere como su principal actividad económica (Silvestre, 2017).



FIG. 07 Ubicación geográfica del municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán

Este material biodegradable se desarrollará a partir de desperdicios de madera que surgen de la producción maderera en la región, ya que en varias ocasiones este producto no tiene ningún fin de provecho, por lo que se busca aprovechar estos desperdicios.

Se hizo un estudio acerca de los trabajos realizados en la zona a través de entrevistas y visitas con los trabajadores y se determinó que hay una gran cantidad de talleres de este tipo de los cuales generan aproximadamente 4m3 por día de desperdicios, el cual no tiene ningún uso, por lo que se pretende usar este recurso como materia prima para el desarrollo del material.



FIG. 08 Desperdicios de producción maderera



FIG. 09 Producción maderera en la zona de Cd. Hidalgo, Mich.

Objetivo general

Diseñar y desarrollar un biomaterial a través de un proceso de experimentación, y aplicarlo en nuevas posibilidades de diseño, a base de materia prima reciclada procedente de los restos sobrantes de la industria maderera en la región de Ciudad Hidalgo Michoacán.

Objetivos específicos

- Ser conscientes de los problemas ecológicos resultados de procesos de elaboración de materiales y la construcción en la arquitectura.
- Buscar soluciones ante las necesidades de mitigar el impacto ambiental a través de los recursos naturales que tenemos en la región de estudio.
- Aprovechar los desperdicios que se obtienen de los trabajos realizados con madera generando una trazabilidad del material.
- Experimentar con el recurso y diseñar un material biodegradable.
- Explorar la caracterización del material con el fin de conocer información acerca de las características y comportamiento de las pruebas a realizar.
- Elegir los mejores resultados y diseñar prototipos para implementarlos en el ámbito del diseño en la arquitectura.

Hipótesis/ suposición de diseño

El proceso de diseño se basa en investigación experimental², se hará una documentación sobre el material, sus propiedades, cualidades, ventajas, desventajas, aplicaciones y casos de estudio ya realizados, entre otros.

Una vez estudiado el recurso natural con el que se trabajará se llevarán a cabo "n" experimentaciones para concebir una muestra del material (residuo de madera + resina natural), con el fin de concebir una muestra y estudiará para conocer sus características y comportamiento para poder pensar en sus posibles usos y aplicaciones.

Con el diseño de un material biodegradable³ se espera hacer un aporte a la arquitectura en el área de la tecnología con la producción de nuevos biomateriales.



FIG. 10 Proceso de diseño experimental

² El diseño experimental es un proceso sistemático y una aproximación científica a la investigación en la cual el investigador manipula una o más variables y controla y mide cualquier cambio en otras variables. Se refiere al proceso para planear el experimento, de tal forma que se recaben datos adecuados.

³ Cuando se dice que un producto o material es biodegradable significa que tiene la capacidad de descomponerse de forma natural y ecológica en un plazo corto.

Preguntas de investigación

- ¿Es posible generar un material biodegradable con un recurso de la región usando las técnicas que estén al alcance de cualquier persona?
- ¿Cuáles son los posibles usos de un material creado a base de desperdicios de madera?
- ¿De qué manera impacta un biomaterial a base de recursos naturales en cuestión de aprovechamiento y economía en una región?
- ¿Es posible diseñar un material basándonos en la naturaleza como fuente de inspiración?

Definiciones básicas

Aprovechamiento

Se denomina aprovechamiento al acto y resultado de aprovecharse o aprovechar. Este verbo (aprovechar) hace referencia al uso útil de algo, obteniendo todo lo posible de su rendimiento.

Biodegradable

Dicho de una sustancia: Que puede ser degradada por acción biológica.

Biología

La biología (del griego βίος [bíos], «vida», y -λογία [-logía], «tratado, estudio, ciencia») es la ciencia que estudia a los seres vivos y sus características, como su origen, su evolución y sus propiedades, nutrición, morfogénesis, reproducción (asexual y sexual), patogenia, etc. Ciencia que trata de los seres vivos, considerándolos en su doble aspecto morfológico y fisiológico.

Ciclos de vida

Son las etapas de existencia de un material en este caso, su ciclo inicia desde la creación natural de este hasta su transformación material, incluye la etapa de producto final y la capacidad de manipularse "n" veces. En nuestro caso se integra la reutilización, reciclado y biodegradado.

Diseño

El diseño es una actividad creativa que conlleva un proceso previo de configuración mental, tiene como fin proyectar y dar solución en cualquier campo, principalmente objetos que sean útiles y estéticos.

Experimentación

Acción de experimentar. Durante dicho estudio se van a ir eliminando o introduciendo todas las variables necesarias que de alguna manera tengan influencia en el. La experimentación es considerada una de las etapas del método científico.

Material

De la materia, la naturaleza física o relacionado con ella , es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto.

Modelo

Un modelo es un bosquejo que representa un conjunto real con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, pero sin pretender aportar una réplica de lo que existe en la realidad. Los modelos son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, cuando es imposible trabajar directamente en la realidad en sí.

Naturaleza

La palabra naturaleza es derivada de natura, cuya procedencia es la misma palabra en latín. Pero a su vez la palabra latina natura es a su vez derivada del participio verbo nasci, que significa “nacer”. Quiere esto decir que la natura no designaba en principio las cosas naturales que vemos en nuestro entorno, sino los procesos naturales que las originan.

Prototipo

Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.

Recursos naturales/locales

Los recursos naturales constituyen los elementos materiales necesarios para satisfacer nuestros requerimientos de alimentación, vestido, vivienda, energía y demás productos de la población actual pero también deben de garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

Regionales

De la región o relacionado con ella.

Sostenible

Hablando de los materiales, es la moderación del uso de los recursos naturales con el fin de permitir regenerarse y poder reutilizarlo sin dañar el ecosistema. Valora la acción de un proceso, si puede continuar indefinidamente o no.

Metodologías de trabajo

Para llevar a cabo este desarrollo nos basaremos en tres metodologías de trabajo, debido a que se relacionan directamente con las características indispensables de este proyecto para concebir lo propuesto. Tales metodologías son: Metodología Design Thinking, Material Driven Design (MDD) y Metodología de trabajo de LABVA.

Como primer punto se describe de qué trata la metodología de Design Thinking:

Metodología Design Thinking

Mendoza, M. (2019) la define como: “Esta metodología de esencia etnocentrista, se centra en el ser humano y hacia la innovación, basada en herramientas usadas por diseñadores para integrar las necesidades de las personas, las bondades de la tecnología y los requisitos de un exitoso negocio (Tim Brown, 2008), ayuda a plantear soluciones mediante el trabajo colaborativo. “Design Thinking es ante todo un proceso de innovación, el cual ayuda a descubrir necesidades insatisfechas y oportunidades; permitiendo crear nuevas soluciones” (T. Lockwood, 2009), consta de cinco etapas o fases que se caracterizan por trabajar mediante una interacción permanente, generando soluciones progresivas a lo largo del proceso.”

Las etapas son las siguientes:

Empatizar	Busca obtener mayor cantidad de información posible y conocer en detalle al usuario.
Definir	Esta fase permite establecer claramente las necesidades y problemas del usuario aportando valor de análisis.
Idear	Fase en la cual se crean soluciones innovadoras.
Prototipar	Aquí se desarrollan soluciones mediante elementos tangibles.
Testear	Permite evaluar soluciones planteadas para su aceptación o respectivo re-proceso.



FIG. 11 Fases de diseño, metodología Design Thinking

Diagrama metodológico aplicado al proyecto

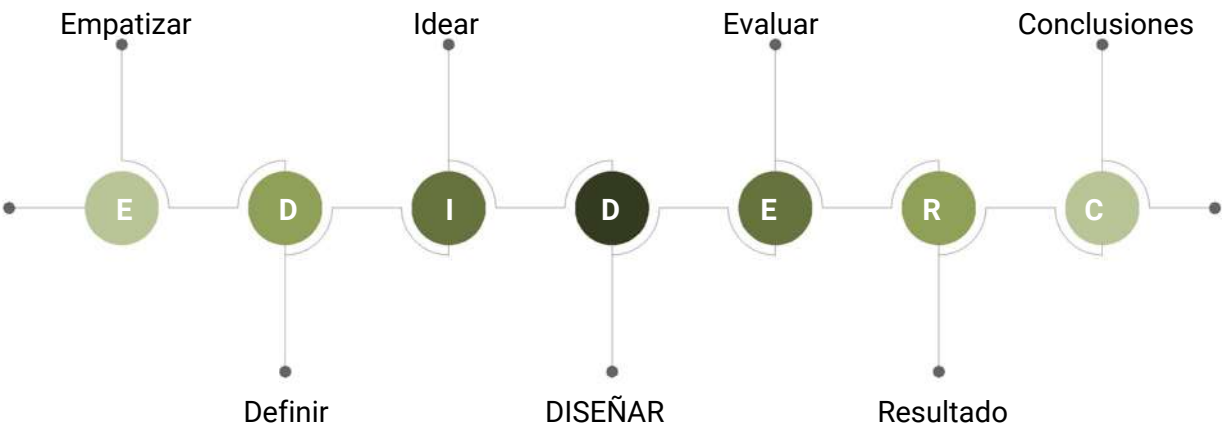


FIG. 12 Metodología Design Thinking aplicada al proyecto

Como se muestra en el diagrama adaptado al proyecto de estudio, el proceso es un ciclo en el que cada fase tiene su tiempo, sin embargo en la iteración se regresa a las fases necesarias para implementar y fortalecer el diseño del biomaterial. A continuación se mencionan los objetivos buscados en cada fase.

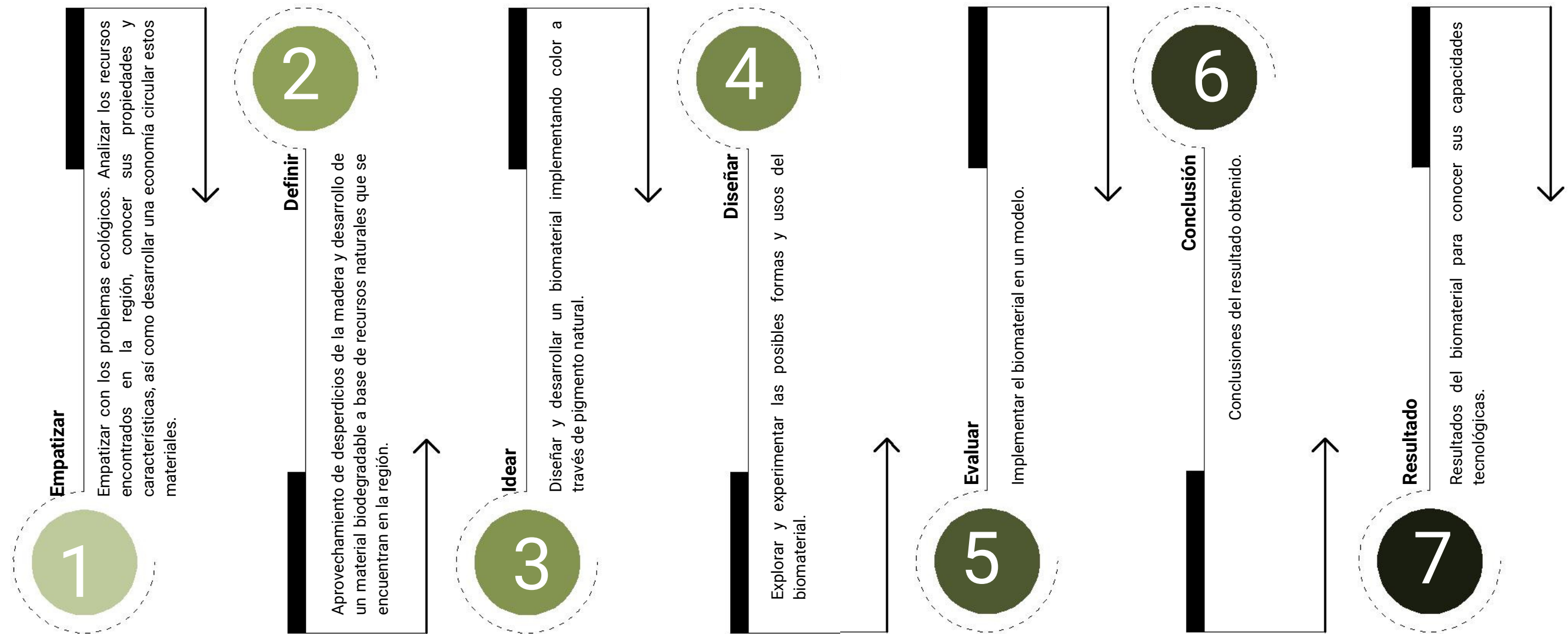


FIG.13 Proceso metodológico aplicado al proyecto

Material Driven Design

A continuación se explicará la metodología de trabajo Material Driven Design, la cual tiene relación directa con este proyecto debido a que lo que se está diseñando es un material, analizando su comportamiento y sus posibles aplicaciones.

Material Driven Design (MDD) admite el diseño de aplicaciones materiales significativas con el material como punto de partida. Los diseñadores califican el material no solo por lo que es, sino también por lo que hace, lo que nos expresa, lo que nos provoca y lo que nos obliga a hacer (Karana, 2016).

MDD ayuda a los diseñadores a estructurar, comunicar y reflexionar sobre sus acciones en el diseño de experiencias materiales y adquirir competencias de diseño para explorar, comprender, definir y movilizar las propiedades materiales novedosas.

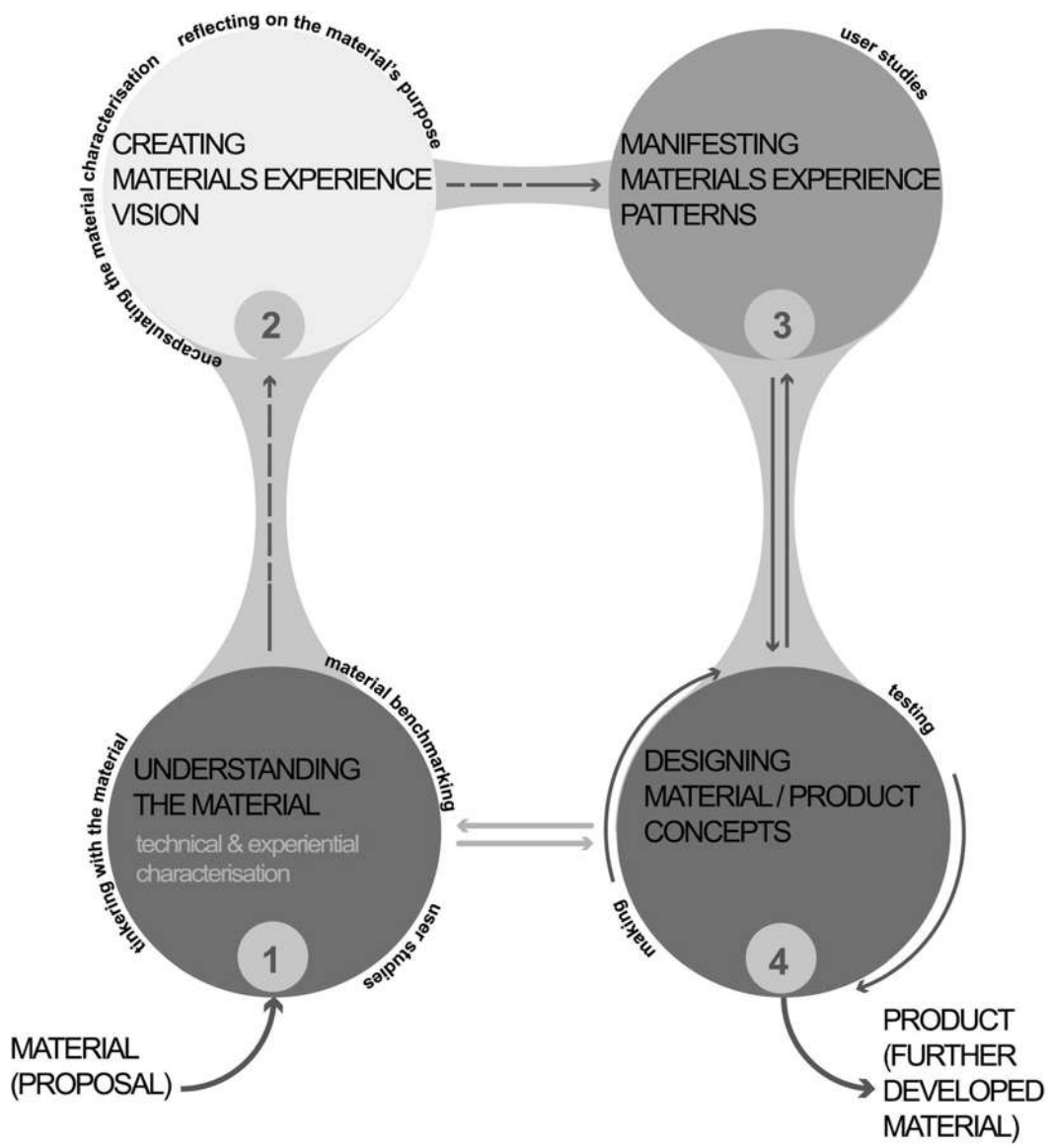


FIG.14 Material Driven Design. Diseño impulsado por materiales (Karana, 2016)

Karana (2015) menciona que el proceso de esta metodología comienza con un material (o una propuesta de material) y termina con un producto y/o material más desarrollado. El método enfatiza el viaje de un diseñador de lo tangible a lo abstracto, es decir, de un material a una visión de la experiencia de los materiales, y luego de lo abstracto a lo tangible, es decir, los materiales experimentan la visión de los materiales/productos manifestados físicamente y más desarrollados. El material también debe provocar experiencias de usuario significativas en y más allá de su evaluación utilitaria. Un material también debe ser socialmente y culturalmente aceptado (Manzini, 1989).

A continuación se describe en que consiste cada paso de diseño de materiales, los cuales en conjunto crean una metodología de trabajo, que junto con las anteriormente mencionadas fue desarrollado este proyecto.

1 PROPUESTA DEL MATERIAL
Comprensión del material: caracterización técnica y experiencial

¿Qué hace el material?

Un material con sus propiedades, aplicaciones potenciales y el rendimiento afecta a los usuarios y da lugar a experiencias de usuario únicas.

Necesitamos conocer qué información ofrece el material, sin embargo, teniendo suficiente información del material aun se puede seguir explorando y conociendo sus características propias de las que se apropiará durante este proceso de exploración. En el caso de este proyecto el material se puede doblar, cortar, quemarlo, humedecerlo, romperlo, etc. Y con esto obtendremos información de cómo reacciona y con ello sabremos en que lo podremos usar.

2 Creación de la visión de la experiencia de los materiales

¿Qué puede hacer sentir este material, cómo se comportaría en un contexto, cuál sería su contribución única del material, qué provocaría en las personas este material?

Los materiales están obligados a contribuir a la satisfacción tanto funcional y las necesidades hedónicas de las personas.

Con esta visión que se crea de los materiales tenemos de cierta manera la respuesta de cómo serán tratados, cuál será su función, qué expresarán, etc.

3 Manifestación de patrones de experiencia de los materiales

La experiencia de los materiales consta de tres componentes experienciales:

- Experiencia estética (sensorial) (por ejemplo, encontramos materiales fríos, suave, brillante, etc.).
- Experiencia de significado (por ejemplo, pensamos los materiales son modernos, antiguos, acogedores, etc.).
- Experiencia emocional, (por ejemplo, los materiales nos hacen sentir asombrados, sorprendidos, aburridos, etc.).

Se busca encontrar "significados" de los materiales para entender qué es lo que logrará la reacción e interacción de las personas con ellos. Tales interacciones pueden ser las relacionadas con los sentidos, la atracción por una textura (tacto), olor, color, forma, etc. Cada uno de estos componentes de la experiencia de los materiales está altamente entrelazado, sujeto, objeto, contexto y tiempo.

4 Diseño de conceptos de materiales/productos

Al diseñar un material se obtiene como resultado un producto, el cual será la suma de los pasos anteriores, sin embargo, puede haber variantes y no necesariamente se deben seguir en el orden ni todos los pasos, esto debido a que el mismo material te guiará durante su desarrollo dependiendo del comportamiento y de la información que te brindará. Este proceso de diseño se puede llevar a cabo solamente mediante la exploración, no podremos obtener ningún resultado si no se explora, es importante mencionar que no necesariamente deben ser resultados positivos, al contrario, los resultados negativos nos aportan información muy valiosa, sin conocer los errores no podríamos llegar al mejor resultado posible.

La teoría de los contrastes prestó atención a la "naturaleza" de materiales, con el propósito de mostrar lo esencial y diverso de los materiales. Esta metodología nos aporta que los materiales no deben ser solo vistos, sino sentidos. Bajo este enfoque debemos trabajar directamente en la exploración práctica para ser capaces de experimentar y apreciar el carácter de los materiales.

Metodología de trabajo de LABVA

Se retoma la metodología de trabajo que utilizan en LABVA, es adaptada a este proyecto debido a que se ha ido trabajando de la mano de ella, esto porque cumple con los requisitos necesarios (sistema de trabajo).

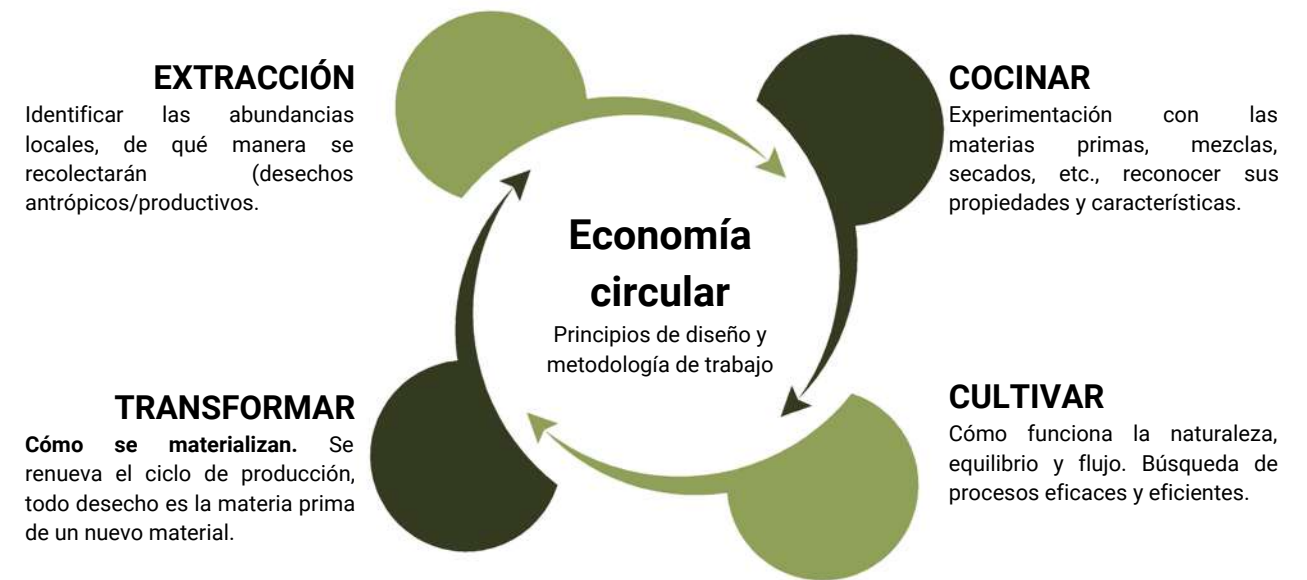


FIG.15 Metodología de trabajo de LABVA

Esta metodología de trabajo esta basada principalmente en la economía circular, donde se busca romper con la economía lineal donde solo consumen y desechan, Weiss (2021) menciona que **"todo el desecho debe ser nuestro oro"**, es decir, todo desperdicio o basura es nuestra materia prima de trabajo, en este caso es el desperdicio de trabajos realizados con madera.

Para realizar este trabajo se hizo bajo el enfoque de esta metodología, primero se identificaron las abundancias locales⁴, después se experimentó las veces necesarias con los materiales obtenidos, se buscaron los procesos eficaces y eficientes para desarrollar un protocolo de elaboración de materiales y se transformó nuestro desperdicio en un nuevo material que aporte a la economía natural y principalmente a la mitigación de la contaminación al medio ambiente.

4 La abundancia local es la representación relativa de una especie en un ecosistema particular.

Aplicación de metodologías al trabajo desarrollado

Al hacer el estudio de las tres metodologías de trabajo antes mencionadas, se hace una fusión de estas, cada una cumpliendo su función en este trabajo a realizar. Se considera que cada una tiene un aporte fundamental, el cuál se menciona a continuación.

Cabe mencionar que este proceso no es lineal, sino que es un proceso de retroalimentación, en el que en cualquier momento se regresa a la fase que sea necesaria para juzgar la “corrección” de nuestras innovaciones, como lo menciona Janine Benyus.⁵

Design Thinking

La idea principal de trabajar bajo esta metodología es la de empatizar como humanos con el medio ambiente y ser conscientes de eso aprovechando lo existente para diseñar y crear un nuevo material que podamos darle uso en la arquitectura y diseño.

Material Driven Design

Con esta metodología de trabajo se busca entender el material no solo por lo que es, sino también por lo que hace, lo que nos expresa, lo que nos provoca y lo que nos obliga a hacer. De cierta manera se estudiará la naturaleza del material en todos los sentidos, la información será obtenida mediante experimentación y análisis del material.

Metodología de trabajo de LAVBA

Se podría decir que esta metodología es el pilar principal de este trabajo, ya que se ha desarrollado mediante el protocolo de trabajo de este laboratorio; se han identificado abundancias y problemas del medio ambiente, se ha explorado y se busca transformar la materia prima que se ha localizado en la zona de estudio.

⁵ Janine Benyus es bióloga, encargada de estudiar las mejores ideas de la naturaleza para resolver problemas de la actualidad.

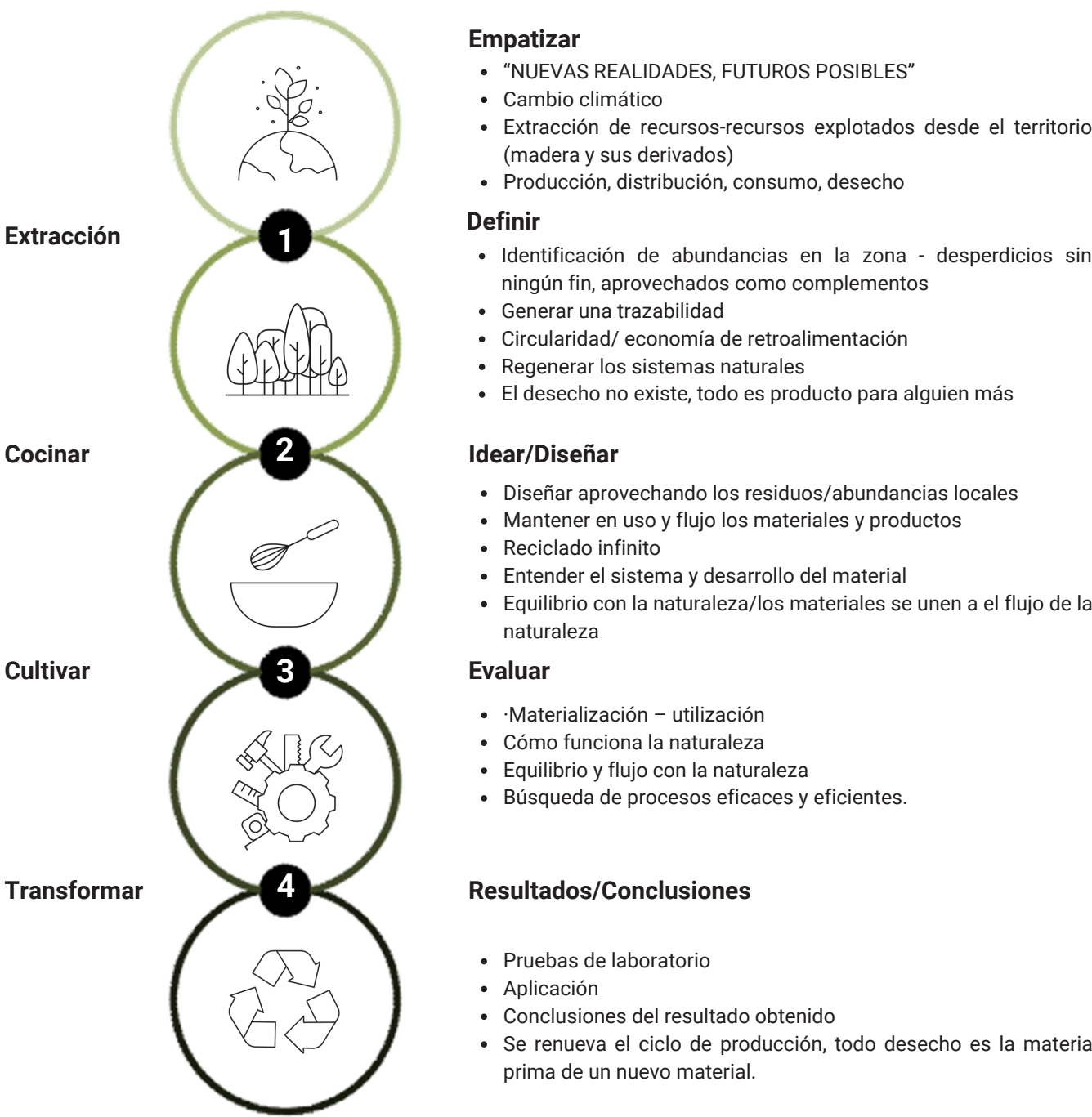
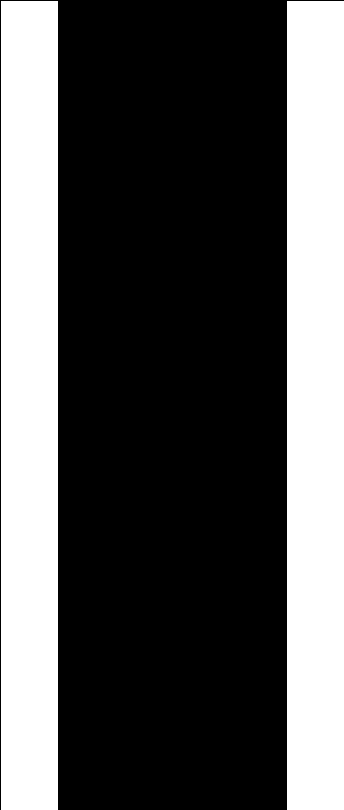


FIG.16 Adaptación de metodología Design Thinking, Material Driven Design y metodología de trabajo LABVA

“Todo se espera, nada se sabe; se tiene el permiso de cambiar todo en el momento que sea”

Neri Oxman



MARCO TEÓRICO

Biomaterial

Se hablará acerca de los biomateriales y las características de ellos, tratando de aclarar su definición para poder aplicarla en este proyecto de estudio.

Un biomaterial es aquel que tiene una constitución más natural que químico, y deja una huella ecológica mínima durante su tratamiento y después, como residuo (Materials World, s.f.).

Definimos un biomaterial como un conjunto entre la naturaleza, ciencia, diseño y arte.



FIG. 17 Biomateriales de residuos

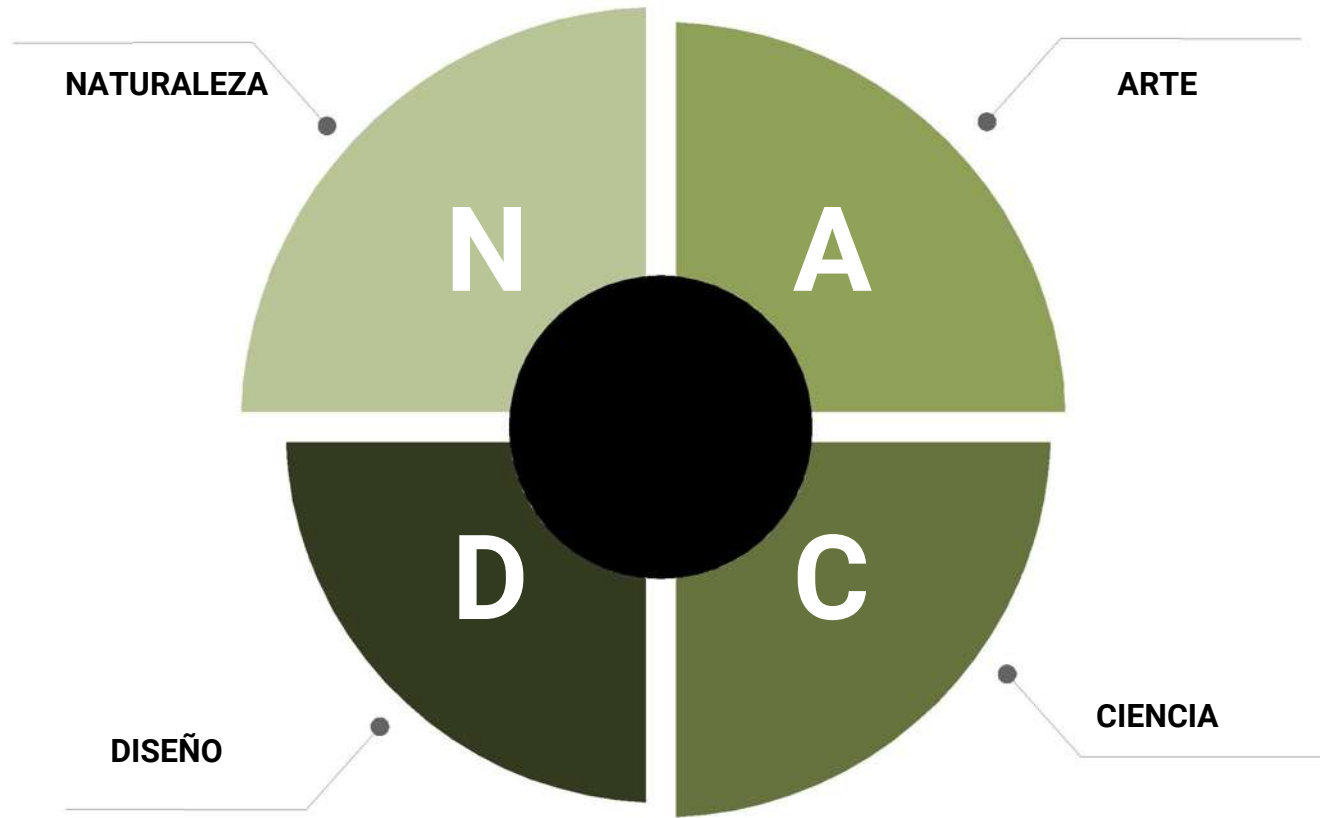


FIG.18 Definición de biomaterial

“La aplicación de biomateriales en arquitectura es estudiado en diferentes universidades del mundo actualmente, materiales que tienen en común la incorporación de microorganismos para ser desarrollados y los cuales son una alternativa más ecológica de los materiales tradicionales, apuntando a disminuir los desechos y contaminación en el proceso de fabricación, así como las emisiones de carbono, las cuales no se producen al utilizar organismos naturales en su producción.”(Fernandini, s.f.)

En los últimos tiempos, los biomateriales son una tendencia en los sectores de la arquitectura y la construcción, ya que en la actualidad los vemos como una solución ante el impacto ambiental, son un medio factible para minimizar la contaminación en nuestro campo de estudio. Cada vez se tiene más en cuenta las ventajas y aplicaciones de los biomateriales.

Existe una gran gama de biomateriales que son aplicados en nuestro entorno, estos materiales son diseñados y creados a través de recursos naturales, normalmente de desperdicios los cuales son aprovechados y estudiados para conocer sus propiedades para así poderlos aplicar en diseño de materiales sostenibles que sean compatibles con el medio ambiente.

Estos desarrollos tienen la finalidad de avanzar y beneficiar a diferentes sectores de la actividad humana y es aquí donde se ha gestado un cambio de paradigma en cuanto al uso de los recursos naturales como medio de innovación material (Lang, 2016).



FIG.19 Hongos, el material sostenible del futuro



FIG.20 Futuro verde



FIG.21 Material reutilizable y sostenible

Generación de biomateriales/madera

En este apartado hablaremos acerca de cómo es que surge la creación de los biomateriales, con el fin de enriquecer y sustentar esta investigación como parte fundamental para desarrollar un biomaterial.

“En la actualidad, el sector de la construcción es responsable del 40% de las emisiones de CO2 del Planeta. Pero, además, consume el 40% de la energía mundial. Su actividad y el uso desmesurado de recursos naturales son el causante, en gran parte, de este impacto en el medio ambiente, y por ello la nueva generación de arquitectos aboga por una arquitectura más sostenible y eficiente que reduzca la huella de carbono en el mundo.”(Biomateriales, 2021)

La situación actual lleva a pensar en el diseño y empleo de materiales sustentables, amigables con el medio ambiente y

de preferencia de origen biológico, los podemos llamar “biomateriales”, en los cuales la madera se destaca por sus cualidades únicas, ya que esta como tal se considera un biomaterial por su proceso de creación, su utilidad y funcionalidad.

La madera se genera a partir de energías naturales como el sol, el agua de lluvia y los nutrientes que soporta el suelo; su manera de creación convierte a la madera en un material de proceso sustentable, el cual en sus etapas puede ser reciclado y aprovechado, además en el fin de su ciclo de vida se reintegra al medio natural.

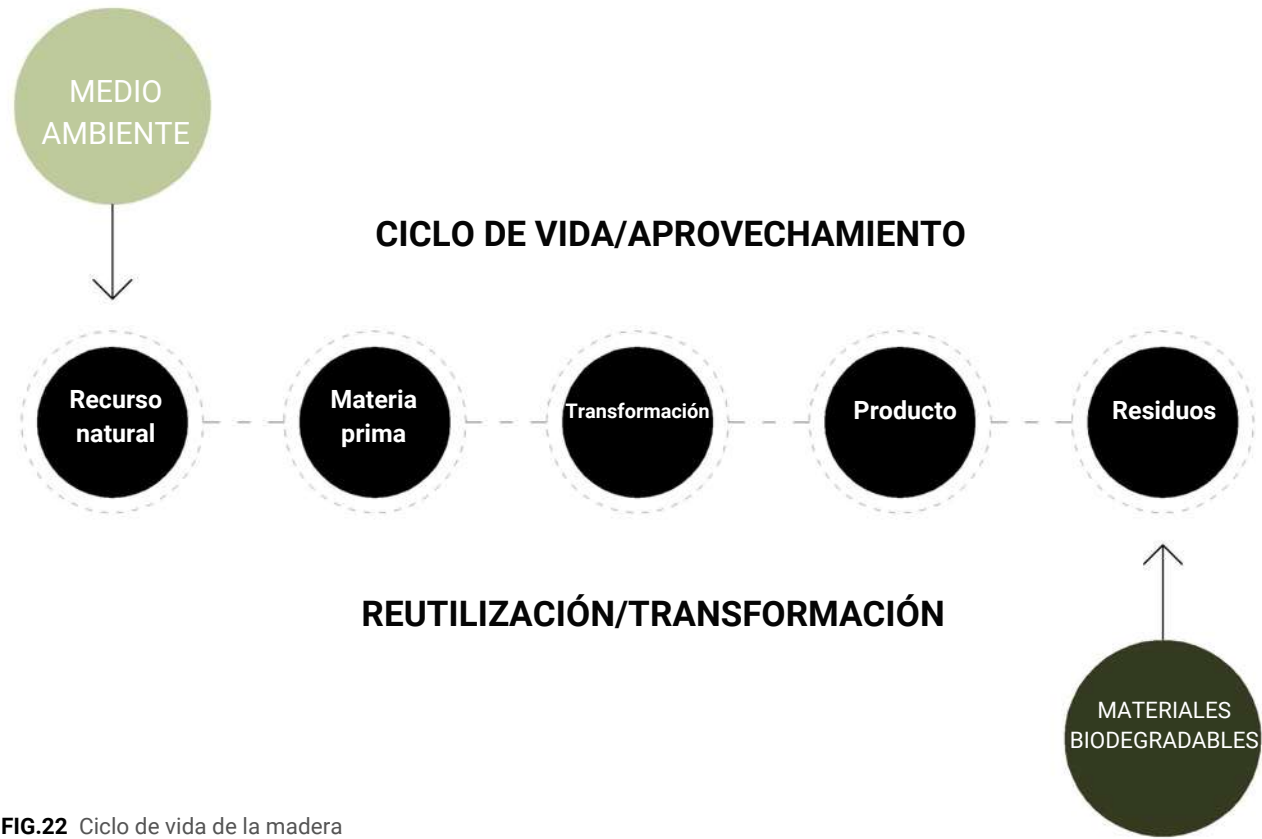


FIG.22 Ciclo de vida de la madera

Se le considera a la madera como un biomaterial del futuro ya que se trata de un modelo de producción y de consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos ya existentes.

Al generar biomateriales se hacen bajo el enfoque de un diseño resiliente, lo cual significa que debe ser un material natural que sea capaz de recuperarse.

Son de suma importancia los procesos de creación, es una etapa fundamental; en los biomateriales encontramos soluciones de diseño sustentable de las cuales obtendremos beneficios a corto y largo plazo, y no solo nos referimos al tema del medio ambiente sino también a la economía, debido a que se busca aprovechar los desperdicios generados a base de trabajos de madera.



FIG.23 Bosque-disponibilidad de madera en la zona

Madera/recurso natural

Es importante hablar sobre las características y propiedades de la madera, debido a que es nuestra materia prima de trabajo, de esta manera el desarrollo se hará con bases sustentadas en esta investigación.

La madera es el único material de construcción cuyo uso ayuda a reducir el CO2 de la atmósfera, contribuyendo de esta manera a mitigar el cambio climático. Esto la convierte en la alternativa constructiva con la más baja huella de carbono (Madera 21, 2021).

La madera necesita de procesos de elaboración y transformación (corte, carga, traslado, aserrado, etc.), es decir, genera una trazabilidad la cual se busca darle continuidad y caracterizar el material.

Como acertadamente lo menciona Lizán (2015), actualmente la madera nos proporciona soluciones tecnológicamente avanzadas y de gran interés, además de aportar un plus importante en calidad, confort y sostenibilidad.

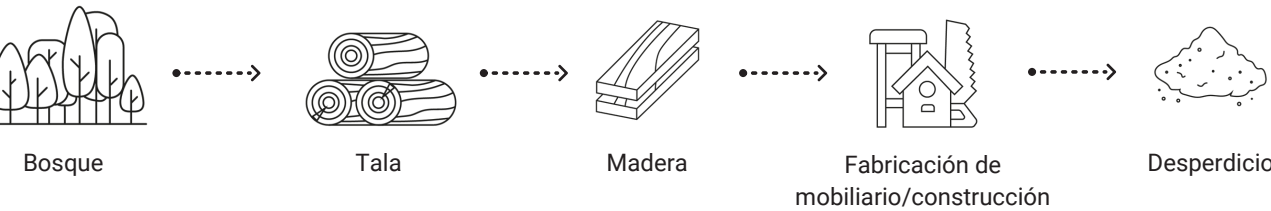


FIG.24 Proceso de transformación de la madera

La madera tiene un ciclo de vida, el cual se puede aprovechar en las diferentes fases de esta, tiene las virtudes de ser reutilizable o transformable. Sin embargo, este ciclo tiene un fin al terminar en un desperdicio y considerarse basura, con el desarrollo de este biomaterial se busca darle continuidad a este ciclo y que termine en la integración al medio ambiente sin contaminar.

La madera forma una cadena productiva, este proceso conlleva no solo el material, sino que engloba actividades económicas como la mano de obra, trato, legalidad comercial, entre otras. Se busca impulsar la economía local, aportando a la trazabilidad del territorio, se engloba desde su producción hasta la transformación y generación de un nuevo material.

La madera presenta una serie de características y propiedades mecánicas que la hacen adecuada para utilizarla en el sector de la construcción, tales se mencionan a continuación:

- Material resistente y moldeable
- Es un material versátil y ligero
- La madera es un material estético y cálido
- Es un material sostenible; es reciclable, reutilizable y biodegradable.
- Puede combinarse con plásticos y distintos materiales comerciales.
- Tiene propiedades acústicas
- A pesar de ser un material que arde fácilmente, en caso de incendio la capa externa actúa de protectora consumiéndose lentamente resistiendo las deformaciones y el colapso.
- La madera es durable y resistente a climas extremos.

Nos preparamos para un futuro sostenible, la madera sin duda alguna es una solución ante la situación actual de la contaminación del medio ambiente.

La disponibilidad del recurso natural en la zona estudiada nos permite dinamizar el empleo y la economía; tiene un valor agregado al ser materia proveniente de bosques cultivados en la región.



FIG.25 Disponibilidad de recurso natural en Cd. Hidalgo, Mich.

Estamos de acuerdo con Pierre en lo que menciona, que los arquitectos han elegido este material por sus propiedades técnicas, pero sobre todo por su baja energía intrínseca (comparada con la del hormigón armado y la del acero) y su capacidad de almacenar carbono biogénico (Blanchet, 2017). Se hace una comparación con otros materiales antes mencionados y se concluye que una de las soluciones sin duda alguna es el uso de la madera, ofrece toda una serie de ventajas para su empleo.

Aparte de las capacidades y propiedades térmicas que se mencionan anteriormente, la madera cuenta con propiedades y características químicas que son de utilidad para el desarrollo del biomaterial.

Es de suma importancia conocer las propiedades y características de la madera, ya que se usan a nuestro favor para poder realizar el biomaterial.

Composición de residuos orgánicos

Lignina, celulosa y hemicelulosa

La lignina, la celulosa y la hemicelulosa son los tres polímeros fundamentales que constituyen y forman las plantas. La lignina, en particular, es un polímero natural, amorfo y tridimensional, con una estructura compleja, que cambia según la fuente de la biomasa y los procesos de extracción utilizados (Mercedes, 2016).



FIG. 26 Lignina, celulosa y hemicelulosa

A continuación se enlistarán la utilidad y función de estos polímeros en los residuos de la madera.

Lignina

La lignina es un biopolímero que conforma la pared celular de entre 5-30%, este polímero es lo que le da rigidez a la planta. Sirve como pesticida, resina, adhesivo, entre otros. Se aprovechará esta característica de la madera, puesto que nos servirá como adhesivo en la resina propuesta mas adelante.

Hemicelulosa

La hemicelulosa es un componente de las paredes celulares de la planta, le da rigidez, nos sirve como medio de cultivo, como biomasa, pigmento natural, etc.

Celulosa

La celulosa es el principal componente de las paredes celulares de las plantas, nos sirve en este caso de la madera, en resistencia del material, ingrediente de medio de cultivo, funciona como biomasa, se puede obtener pigmento, entre otros.

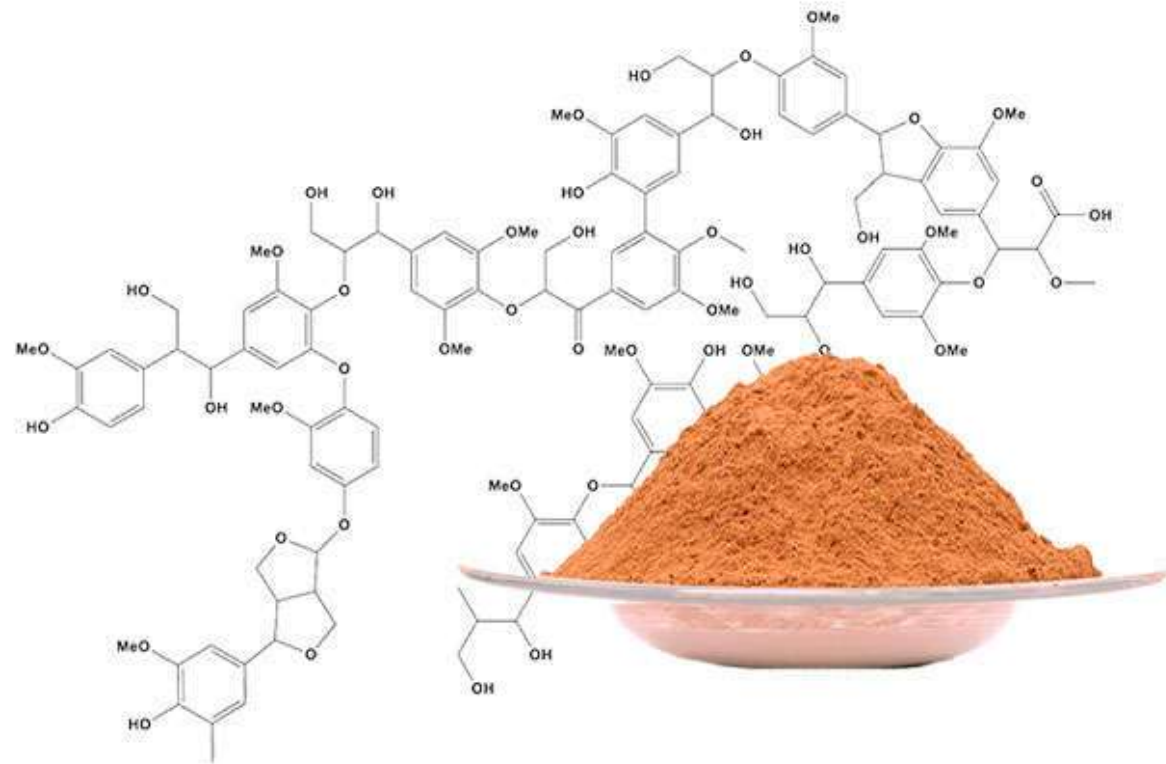


FIG. 27 Lignina, celulosa y hemicelulosa, estructura en la madera

Se hace un estudio en la región de Ciudad Hidalgo, Michoacán, la cual cuenta con una alta productividad de elementos a base de madera, es un recurso que encontramos en abundancia en la zona, de ahí que la industria mueblera se considere como su principal actividad económica.

Se llegó a la conclusión a través de encuestas realizadas a trabajadores de esta área, de que a base de estos trabajos se genera una gran cantidad de desperdicios de madera, los cuales en varias ocasiones no tienen ningún fin o incluso se consideran basura, el objetivo es aprovechar estos desperdicios y diseñar un material sustentable.

El propósito de este desarrollo es establecer una conexión entre el material y su cultura local, vinculando tanto la economía, el territorio y a la comunidad.



FIG.28 Aserraderos en el municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán

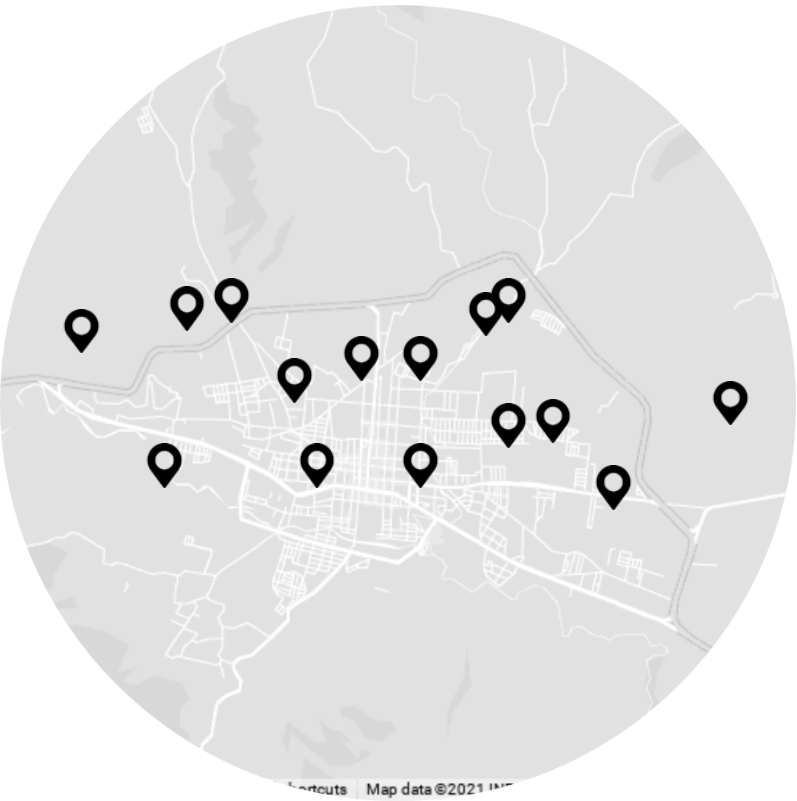
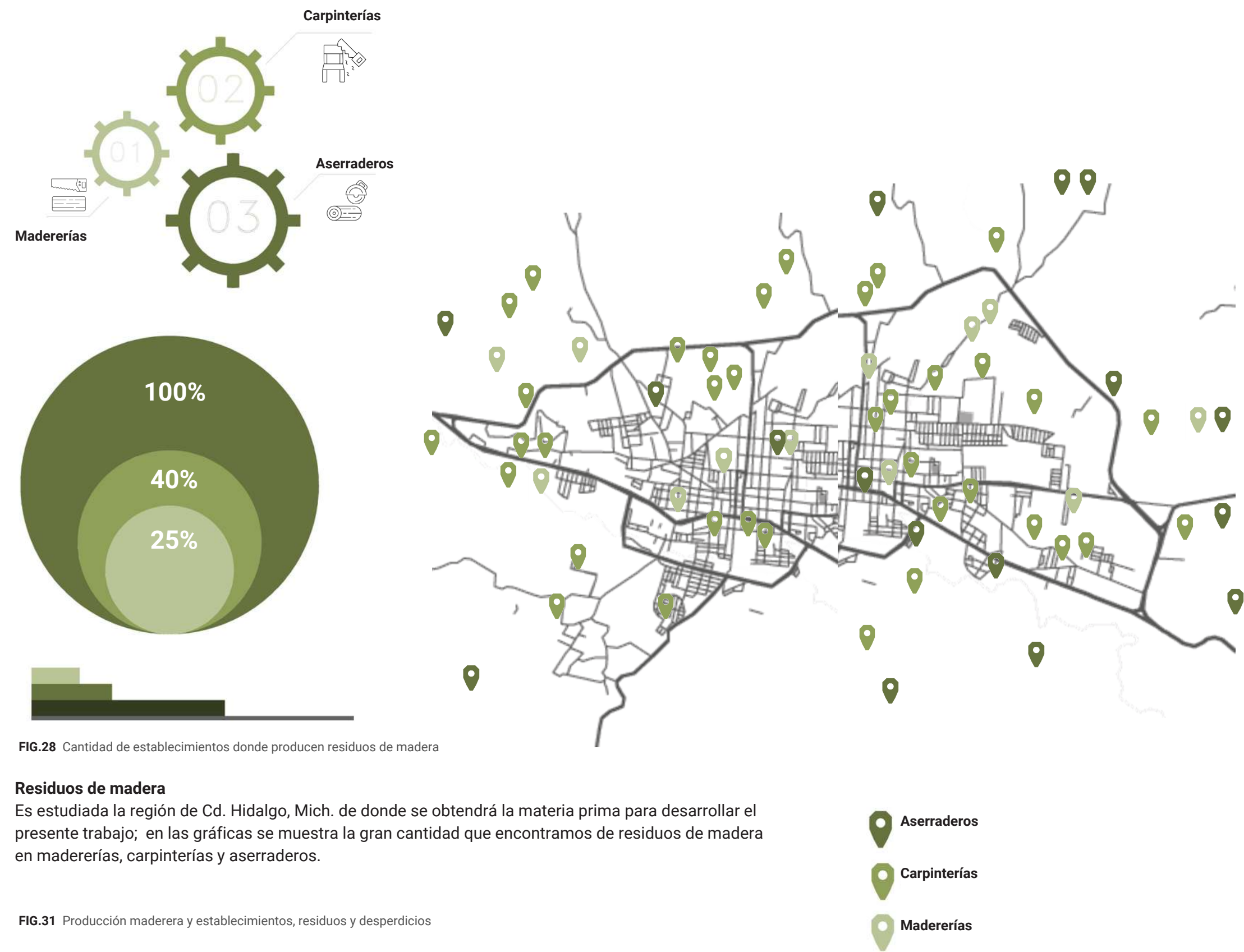


FIG.29 Madererías en el municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán



FIG.30 Carpinterías en el municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán

Generación de residuos



Madererías (15 establecimientos aproximadamente)

El 15% de residuos proviene de las madererías, debido a que existe menor cantidad de estos establecimientos en la región

Carpinterías (33 establecimientos aproximadamente)

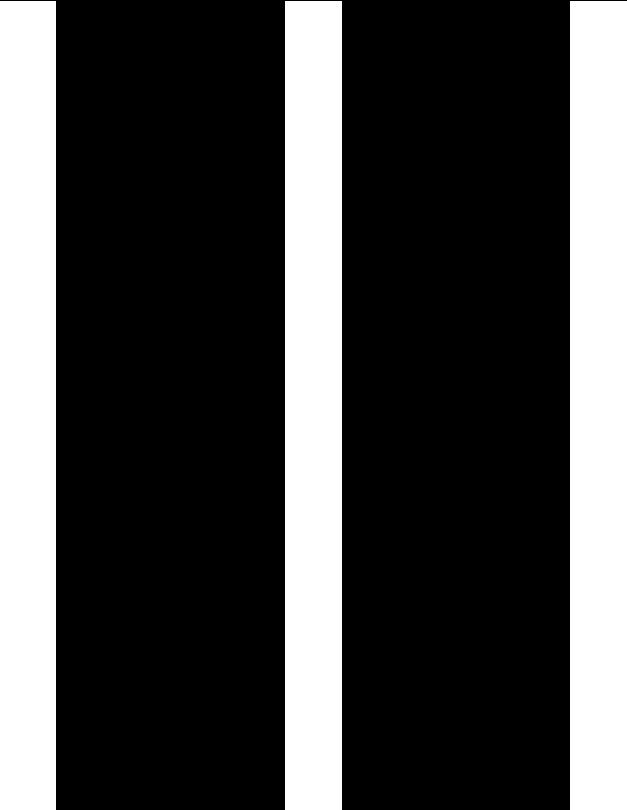
El 25% de residuos corresponde al proveniente de las carpinterías, como se muestra en el mapa podemos observar que hay más establecimientos de este tipo; sin embargo no se produce el desperdicio en mayor cantidad por el tipo de trabajos que se realizan.

Aserraderos (22 establecimientos aproximadamente)

El 60% del total de los desperdicios proviene de los aserraderos, aunque existen aserraderos que carpinterías, de acuerdo con el estudio realizado se concluye que se produce mayor residuo debido a que en los aserraderos se trata la materia prima directamente y por consecuencia produce mas residuo (12m3 p/día).

“Nunca la sabiduría dice una cosa y la naturaleza otra”

Juvenal



ANTECEDENTES

Biología y diseño

En el diseño de arquitectura siempre está presente la biología, responde a las necesidades actuales, ya que se busca implementar y fusionar tecnologías con la biología, conociendo los recursos naturales y sus características para así aprovecharlos y desarrollar un mejoramiento en el uso de materiales compatibles con la vida natural.

A este desarrollo se le conoce como bio-diseño, que como su nombre lo indica, conjunta la ciencia de la biología con el diseño industrial, o sea, la aplicación de los principios biológicos en la búsqueda de soluciones a problemas de diseño (Cerón, 2018).

Al diseñar de esta manera no se trata de la bio-utilización o bio-domesticación, se trata de consultar a los organismos, tomar prestadas sus ideas y copiarlas. Es una innovación en dos direcciones, de la biología al diseño y del diseño a la biología.

Nos damos cuenta de la relación directa que tienen estas dos ramas, lo que una conoce se vuelve el producto de la otra y viceversa.

Como lo menciona Neri Oxman, si la naturaleza puede crear así, ¿por qué los humanos no? (Ballesteros, 2021). Debemos tomar la idea, sobre la marcha se puede ir cambiando para adaptarla a nuestras necesidades.

FIG.32 Biología y diseño



Antonelli (2020) menciona que la naturaleza nos aporta los recursos base, a través de la biología los estudiamos y obtenemos información para interpretarla en nuevas soluciones de diseño, por otro lado, “la ciencia explica y predice el mundo que nos rodea, convirtiendo la información en conocimientos, desarrollo de soluciones a problemas y utilidad en comportamiento.

Nos encontramos en una actualidad donde la tecnología nos invade, al grado de que modifica nuestra forma de vida en casi todos los aspectos, la biología la enlazamos directamente con la tecnología, de igual manera la involucramos altamente con la arquitectura. Nos brindan herramientas de diferentes campos por lo que debemos sacarles provecho.

Biomimetismo

Nos preguntaremos porque relacionamos el biomimetismo con el tema de biomateriales, para entenderlo basta con su definición:

La biomímesis (bio, “vida”, y mimesis, “imitar”), también conocida como biomimética o biomimetismo, es la ciencia que estudia la naturaleza como fuente de inspiración de nuevas tecnologías innovadoras con la intención de resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ya ha sabido resolver (Jiménez, 2018).

La biomímesis es la ciencia que estudia las mejores ideas de la naturaleza para resolver problemas humanos creando nuevas tecnologías, implica la comprensión de las funciones y estructuras biológicas de diversos objetos de la naturaleza; con el diseño de un material biodegradable no se busca reemplazar sino de construir y desarrollar soluciones basándonos en los principios de la naturaleza.

Se menciona este término en esta investigación ya que se considera que nuestro enfoque principal es diseñar con referencia de la naturaleza. La arquitectura ha tomado desde hace tiempo a la naturaleza como fuente de inspiración, cada vez se observan más proyectos basados en esta filosofía.

Se llega a la conclusión que primero debemos entender el proceso de diseño que se da en la naturaleza, ya que es el único modelo que vive, sobrevive y perdura por millones de años. La intención es interpretar los procesos de creación para buscar soluciones y aplicaciones en el diseño de materiales biodegradables.



FIG.33 Naturaleza

"No buscamos copiar a la naturaleza, sino entender sus procesos de creación"

Janine es bióloga, autora y consultora de innovación. En 1997 escribió el libro Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, en él detalla cómo la ciencia está estudiando las mejores ideas de la naturaleza para resolver los problemas de la actualidad, de aquí se populariza el término de Biomimética.

Es la cofundadora del Instituto de Biomimética, que es una organización que se encarga de hacer de la biología una parte natural del proceso de diseño. Su filosofía es una fuente de inspiración para quienes quieren innovar a partir de la naturaleza.

La biología menciona que la biomímesis es una innovación en dos direcciones, de la biología al diseño y del diseño a la biología y para ello hacen falta laboratorios, ingenieros, biólogos, diseñadores, etc (Benyus, 1997). Si todos diseñáramos bajo esta filosofía atenderíamos a la problemática de sostenibilidad y contaminación del medio ambiente.



FIG.34 Janine Benyus, Paola

La naturaleza como fuente de inspiración

La naturaleza, desde tiempos inmemoriales, sirvió al hombre de inspiración para sus afanes de progreso. En el transcurso de toda su historia, aprendió de ella, copió sus invenciones, fue su discípulo más esmerado. Ya Demócrito, el filósofo de la antigua Grecia señaló que los hombres, al concebir sus invenciones, imitaban a la Naturaleza (López, 2010).

La naturaleza como modelo: estudiaremos los modelos de la naturaleza, los tomaremos como inspiración, se tratará de imitar sus procesos para resolver los problemas ocasionados por el ser humano.

naturaleza ha aprendido qué funciona, qué es apropiado y qué dura.

La naturaleza como mentora: es la nueva forma de ver y de valorar la naturaleza. No es ver lo que podemos extraer sino lo que podemos aprender de ella.

La naturaleza como medida: se utiliza un estándar ecológico para juzgar la “corrección” de nuestras innovaciones, la



FIG.35 Tronco de madera-creación de la naturaleza

Ecología material

La ecología material busca la fabricación y construcción de materiales de manera biológica y definidos por y para la naturaleza.

La vida útil de los materiales y sus propiedades reciclables y energía reutilizada, son factores necesarios para obtener soluciones de diseño.

Basado en la metodología de Neri Oxman, que considera el Ciclo de creatividad de Krebs (fig. 33) como un marco del arte, la ciencia, la ingeniería y el diseño, en lo que deberíamos pensar como una forma de pensar y hacer, en lo que las entradas se convierte en la salida del otro. Aplicándolo en nuestro caso de estudio traducimos esto a que los desperdicios de madera pueden ser la solución de diseño de nuevos materiales para darles utilidad en la arquitectura.

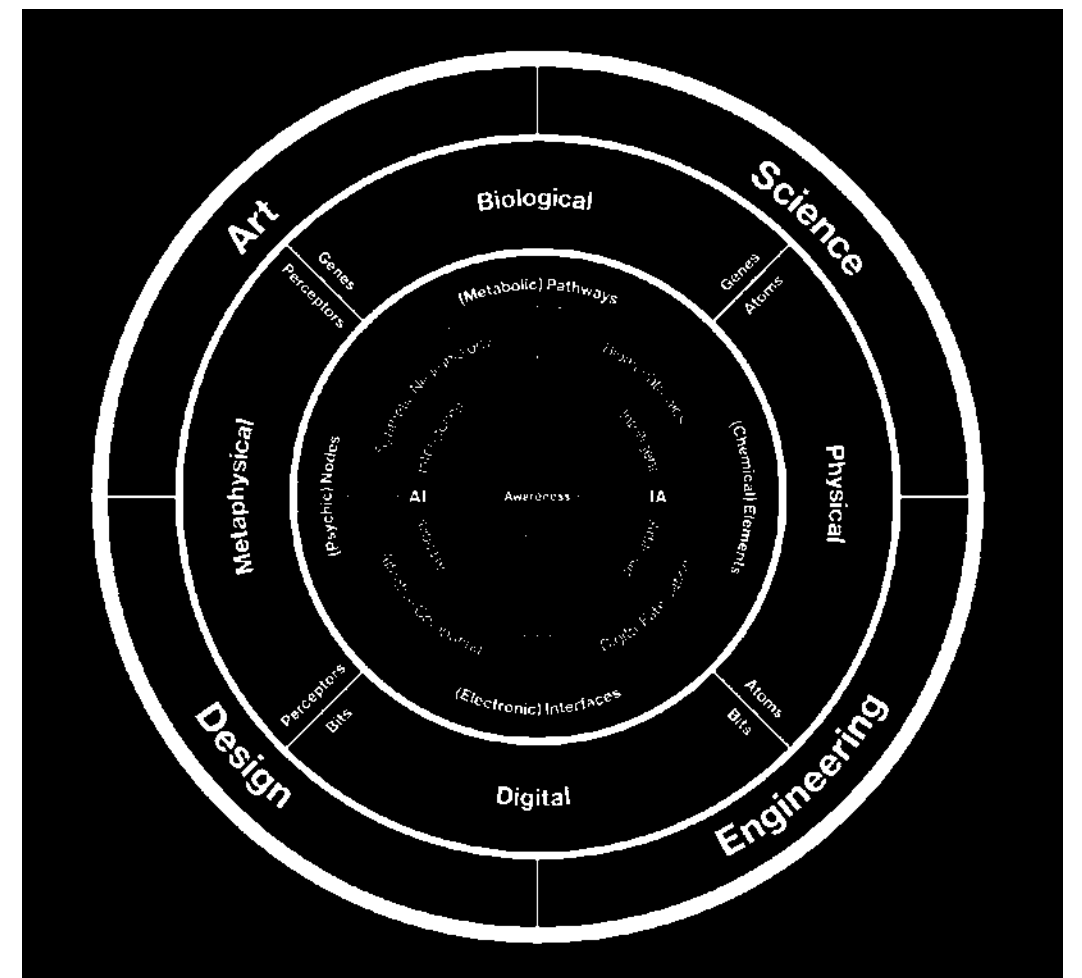


FIG.36 Ciclo de Krebs, Antonelli, Paola

Bioeconomía/economía circular

Derivado del daño ambiental como consecuencia del uso excesivo de materias primas y alta demanda de los consumidores, es necesario buscar alternativas que ayuden a implementar un modelo de economía circular, la cual implica el aprovechamiento de los recursos y por ende, la reducción de desperdicios y así evolucionar del modelo lineal (Córdova, 2021).

Para Ellen MacArthur Foundation (2017) autores de este modelo económico, la economía que rige en la actualidad es un modelo de economía lineal "extraer, producir, desperdiciar" que está llegando al límite de su capacidad física.

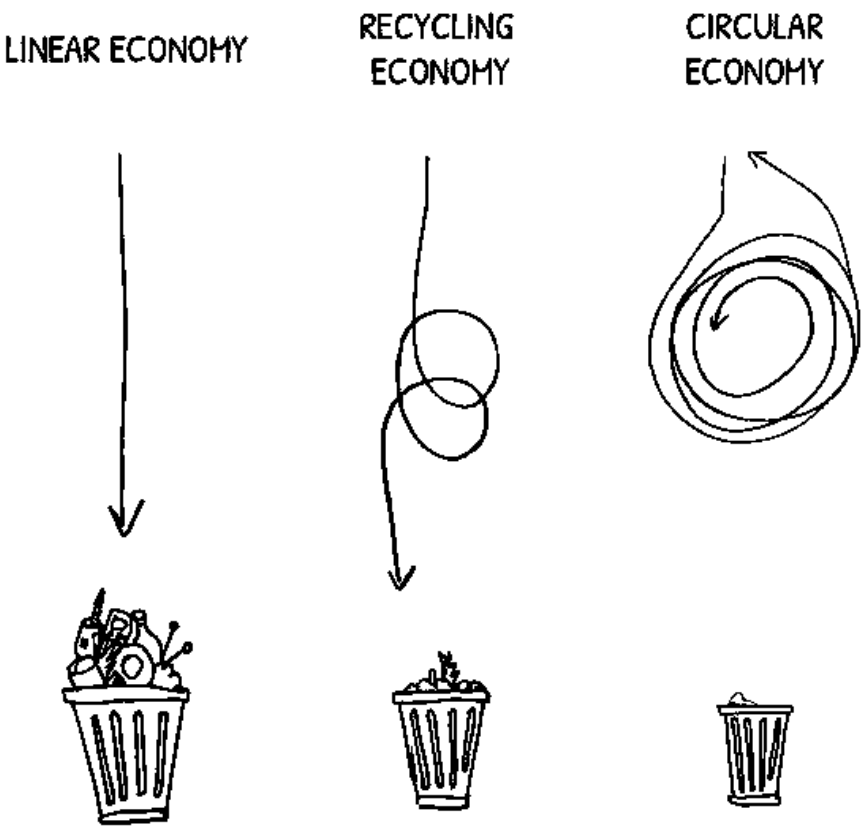


FIG.37 Economía lineal, economía reciclada y economía circular.

La economía circular es una alternativa que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica dissociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y se basa en tres principios:

Eliminar residuos y contaminación desde el diseño

Esto lo definimos aplicado a nuestro proyecto como el desarrollo de un producto que considere la reintegración material, ya sea en su ciclo biológico o tecnológico, eliminando los residuos y minimizando la contaminación al medio ambiente.

Mantener productos y materiales en uso

Los materiales deben estar en constante circulación, es decir, se debe considerar su durabilidad y reutilización, impulsando su proceso de fabricación, desde la extracción hasta la transformación de la materia prima, en este caso los residuos de madera.

Regenerar sistemas naturales

Se busca reintegrar al medio ambiente los materiales sin contaminar, al estar enfocados en diseñar un nuevo material a base de desperdicios naturales, se le da continuidad al ciclo de vida y producción de la madera.

El diagrama que se muestra a continuación fue diseñado con la finalidad de comprender los tres principios mencionados anteriormente, se hace mención de los factores que tienen relación directa con este proyecto:

- Regeneración de la biosfera: el uso y aprovechamiento de materias primas naturales permite al ecosistema regenerarse.
- Recolección: identificación de abundancias identificadas como residuos a escala local
- Fabricante de piezas/producto: fabricar elementos que puedan tener un uso en la arquitectura
- Gestión de flujo de recursos renovables: darle continuidad al ciclo de producción de la madera y romper con la economía lineal "extraer, producir, desechar".
- Reutilizar/reciclar: trabajar el material las veces necesarias antes de convertirse en basura.
- Consumidor/usuario: desarrollar una metodología de trabajo que este al alcance de cualquier persona
- Compartir: el proceso de diseño y producto debe vincularse con el usuario y tener accesibilidad a él.
- Cascadas: se trata de mantener el producto en uso el mayor tiempo posible antes de pasar a un proceso de reciclado o desecho.

"La mente humana nunca encontrará invención más bella, ni más fácil o más breve que la Naturaleza, porque en sus invenciones nada falta y nada es superfluo".

Leonardo Da Vinci

N

ESTADO DEL ARTE

Aplicaciones de biomateriales en arquitectura

Al implementar la aplicación de biomateriales en la arquitectura respondemos a las necesidades que nos manifiesta nuestro entorno, tratando de mitigar el impacto ambiental.

No solo se trata de aplicar, sino que esto conlleva un proceso, o como lo define Alejandro Weiss, hay que extraer, cocinar y cultivar; esto no es más que transformar recursos y desperdicios mediante ciclos productivos en un material eficiente. ¿Con qué materiales queremos construir nuestro entorno? (Weiss, 2021). Los productos de recursos naturales responden a la problemática del cambio climático, la madera es una de ellas. Provee materia prima para productos de primera necesidad de la población, como

viviendas, muebles, papeles, energía, químicos, reemplazando en muchos casos, el uso de productos no renovables provenientes de la minería y los combustibles fósiles (Bioeconomía, 2021). Al buscar soluciones mediante los recursos naturales no se pretende el reemplazo, sino implementar nuevos procesos que integren los procesos locales y artesanales; obtienen un valor ancestral, se busca retomar las técnicas del pasado.

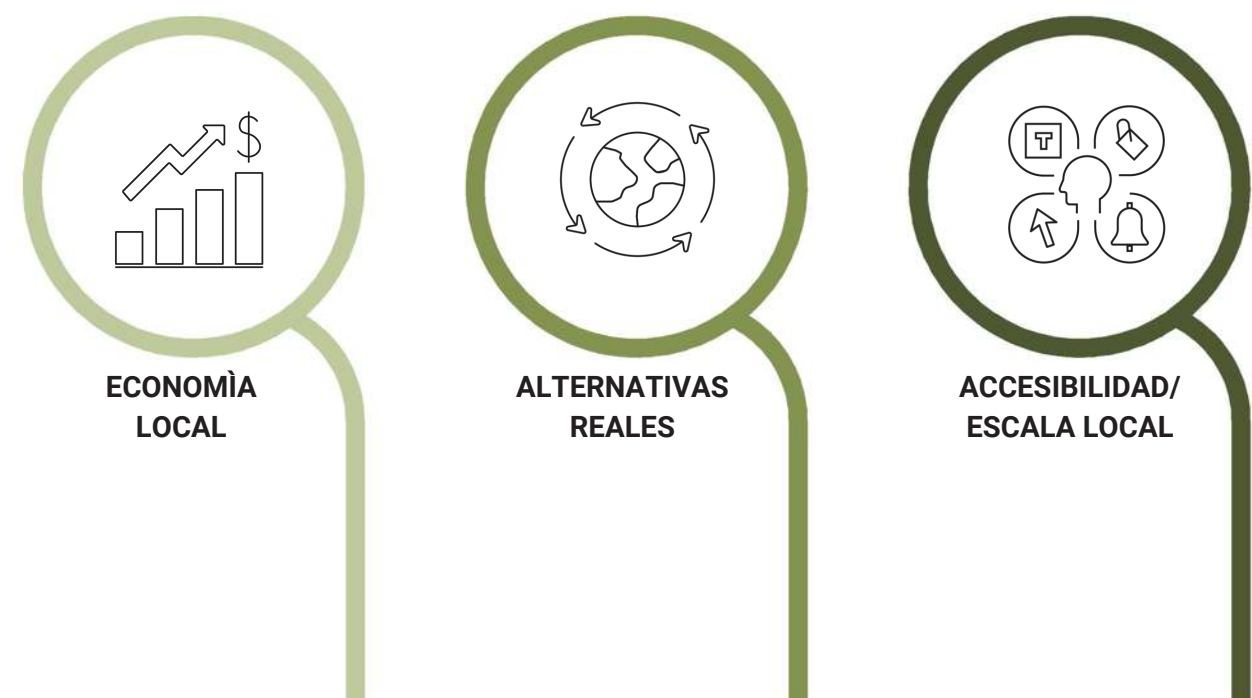


FIG.40 Aplicación de biomateriales en la arquitectura

BIOMATERIALES

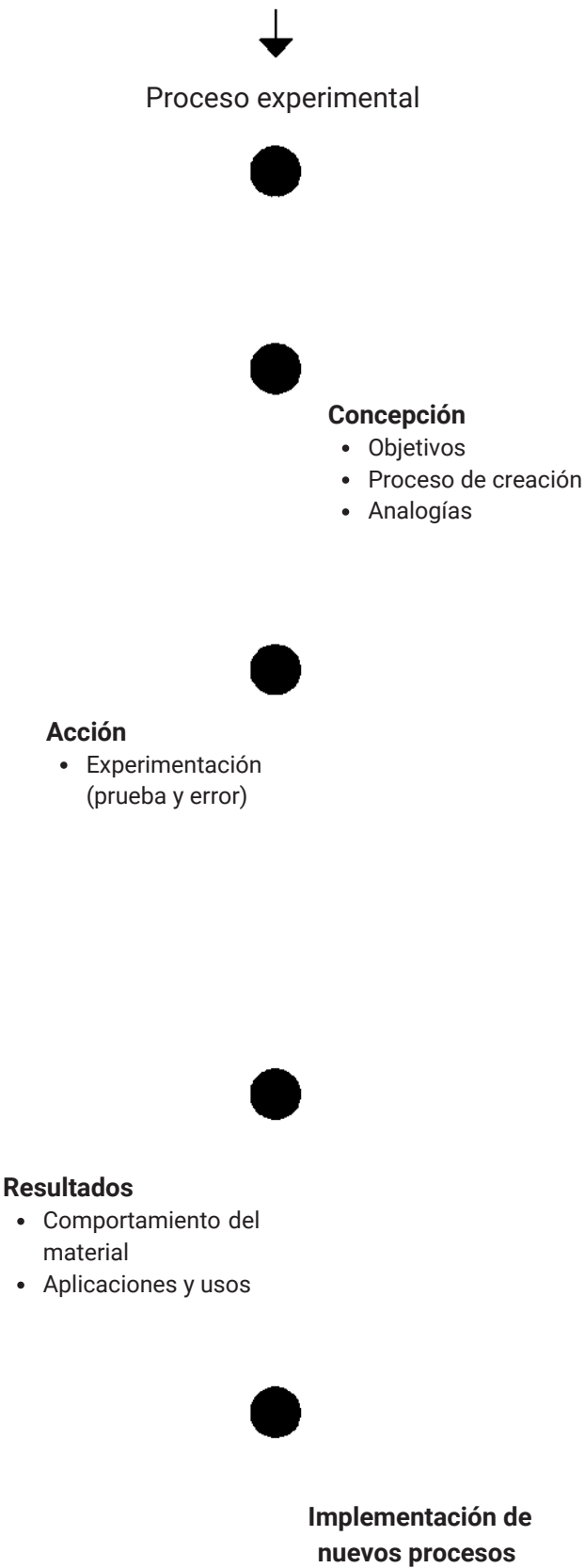


FIG.41 Creación de biomateriales

Referencias en el diseño

En este apartado se desarrollará un análisis de referencias del diseño de biomateriales, con el fin de que enriquezcan las ideas del proyecto que se llevará a cabo, a la par será un sustento de referencias.

Neri Oxman

A nivel global citaremos a la arquitecta, diseñadora y científica Neri Oxman, quien es la creadora del término y campo de estudio de la Ecología material, su investigación y metodología está basada en la inserción de la fabricación digital, el diseño computacional y en la ciencia de los materiales. Fusiona la biología y la tecnología brindando propuestas que tienen relación con el diseño, la construcción y con la naturaleza. Neri desarrolla proyectos que involucran la arquitectura, el diseño computacional, la biología y la física. Su enfoque es la exploración, buscando una armonía entre los productos obtenidos y los ecosistemas en donde se relacionan.



FIG.42 Neri Oxman

La propuesta de diseño sustentable de la arquitecta radica en el diseño del futuro, uniendo lo natural con lo artificial para establecer la conexión con la naturaleza. Plantea una filosofía revolucionaria de diseñar, hacer e incluso deshacer el mundo que nos rodea. Sus proyectos nos ofrecen la idea de la relación entre el arte, ciencia y diseño; aporta un nuevo enfoque en el diseño y la producción, hay que crear soluciones para problemas que aún no se conocen, diseñar nuevos materiales con y para la naturaleza, así lo menciona Oxman.

Se menciona a Neri Oxman en esta investigación debido a que se considera como uno de los pilares de la arquitectura del futuro, con el desarrollo de su trabajo busca un equilibrio entre la fabricación de edificios y productos con los ecosistemas que los habitan,. Su filosofía consiste en desarrollar un biomaterial a partir de cualquier biomasa con diferentes propósitos, ya sea desde el diseño de una prenda de vestir hasta la construcción de edificios.

A continuación se describe uno de sus proyectos más importantes en donde se aplica su filosofía de diseño.

El pabellon AGUHOJA, es un proyecto desarrollado principalmente de biopolímeros sostenibles y adaptables. Esta compuesto de celulosa de hojas de árbol, quitina de cascaras de camarones y pectina de piel de manzana; es importante mencionar que estos materiales los encontramos en el grupo de residuos generados de alimentos y que su finalidad es aprovechar tales desperdicios. El proyecto Pabellón está centrado en el desarrollo de una plataforma robótica para la impresión 3D de biomateriales, Neri afirma que en un futuro se podrán imprimir hasta rascacielos de esta manera.

Derivado de la materia orgánica, impreso por un robot y moldeado por el agua, este trabajo apunta hacia un futuro donde el crecimiento y lo fabricado se unen”, dijo Mediated Matter Group, diseñadores y fabricantes del proyecto (Madera21, 2021)



FIG.43 AGUHOJA, estructura fabricada robóticamente hecha de materia orgánica



FIG.44 Biocomposites para la programación digital de impresión de biomateriales

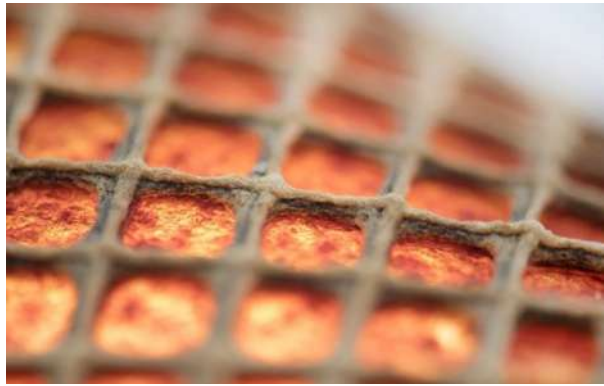


FIG.45 Aplicación de la fabricación robótica en base de agua / Dezeen

Ahora bien, se estudiará un caso a nivel mas comercial ya que no emplean tecnologías ni laboratorios avanzados como es el caso de Neri Oxman. Es importante mencionar que este Laboratorio es la base fundamental de este proyecto, se busca llevar a cabo sus procesos de elaboración de biomateriales a nuestra escala territorial.

LABVA Laboratorio de Biomateriales de Valdivia



FIG.46 LABVA (Laboratorio de biomateriales de Valdivia)

El Laboratorio de Biomateriales de Valdivia fundado por Alejandro Weiss, María José Besoain y Valentina Aliaga, es una organización dedicada a la investigación, experimentación y prototipado de biomateriales de origen de materias primas naturales y residuos que los encuentran en abundancia en su entorno. **"Todo desperdicio debe ser nuestro oro"** (Weiss, 2021). Su visión es atacar el cambio climático en base a la biodiversidad, generando matrices de construcción de materiales a partir de procesos biológicos artesanales y fáciles. Su metodología se basa en un proceso de extracción, cocinar y cultivar, es decir, transformar y crear materiales a través de procesos físico-químicos.

Algunos de sus principios de diseño se enlistan a continuación:

- Un material lo desfragmentan y analizan sus capas mediante un proceso de experimentación.
- Búsqueda de procesos eficaces y eficientes.
- Ser parte de la naturaleza.
- Diseñar con cosas que se completan con el tiempo y con otros procesos.
- Analizar las condiciones, como cambios de temperaturas, ya que esto los permite aglomerar sus materiales.
- Experimentación mezclas y en métodos de secado.

Alejandro Weiss menciona que hay que buscar la manera de construir un ecosistema relacionado con la comunidad, en donde se atiende a una problemática local y crear una línea de producción con lógica de costo a escala local. Él señala que se debe involucrar a las personas, al fin de cuentas son quienes pueden ser encargadas de las experiencias y quienes les darán uso, al conocer sus opiniones tenemos a la mano la herramienta para poder mejorar los productos.

Se debe crear la vinculación con el territorio y la economía, este vínculo es a través de la comunidad, por medio de la educación y aprendizaje (Weiss, 2021).

Este caso de estudio se señala como una inspiración, tratando de retomar su metodología y procesos de diseño, destacando que su producción es mediante los recursos y desperdicios de la región; así como las técnicas de construcción locales. Teniendo presente los términos de economía y accesibilidad para la comunidad.



FIG.47 Equipo LABVA (Laboratorio de biomateriales de Valdivia)

A continuacion se estudiara la siguiente analogia con el fin de enriquecer esta investigaciòn. Se trata de una pagina web en donde nos comparten un recetario gratuito de materiales a base de materias primas, en ella encontramos varios ejemplos señalados a continuacion, los cuales se asemejan a lo propuesto en este trabajo de tesis.

MATERIOM

Materiom empezó a gestarse en 2016 gracias a Alysia Garmulewicz, quien propuso la idea de desarrollar un repositorio de recetas y materias primas de corte sustentable desde el territorio, en este caso, del ecosistema de Chile. Este proyecto comenzó con parte del equipo de Fab Lab Santiago, quienes realizaron los testeos iniciales con materias primas locales, clasificaron las pruebas, documentaron resultados, y propusieron el concepto de “librería digital”. Materiom propone el uso de recursos naturales locales provenientes de ciclos de desechos o de organismos vivos que sean biodegradables o compostables para así lograr un ciclo cerrado de producción de materiales para aplicaciones en diseño.” (Pacheco, 2019, p.34).

“Nuestras recetas utilizan abundantes ingredientes naturales y una química compatible con la vida. Son plásticos y productos compuestos que puedes preparar en la cocina, cortar con un láser e imprimir en 3D” (Corbin, 2021).

Aportación: residuos, moldeado, compresión, aglutinante, ingredientes.

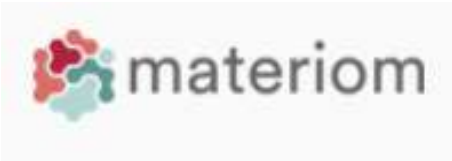


FIG.48 Logo Materiom



FIG.49 MATERIOM recetario natural del futuro



Astillas de madera
Harina de trigo 15mg
Agua 1lt
Astillas de madera 200gr
Semilla de aserrín 50gr

FIG.50 Astillas de madera



Aserrín | agar - almidón
Aserrín 50gr
Agar agar 15gr
Glicerol 5ml
Agua 250ml
Maicena 15ml

FIG.51 Aserrín-agar



Aserrín/dextrina
Aserrín 3gr
Dextrina 3.5gr
Agua 3.5gr

FIG.52 Aserrín-dextrina



Aserrín | resina damar
Aserrín 3gr
Resina damar 4.5gr

FIG.53 Aserrín-resina damar



Aserrín | resina de pino
Aserrín 7gr
Resina de pino 12gr

FIG.54 Aserrín-resina de pino



Aserrín | agar sierra01
Aserrín 50gr
Agar agar 15gr
Glicerol 5ml
Agua 250ml

FIG.55 Aserrín-agar sierra

Los siguientes casos de estudio son analogías en donde ya se aplican los biomateriales, tanto en diseño como en fabricación de productos.



FIG.56 Well proven chair



FIG.57 Silla bien probada

Well proven chair

Otro caso de estudio, pero ahora a escala de un producto elaborado a base de virutas de madera es Silla bien probada, esta analogía se toma como referencia debido a que se relaciona con el proyecto por llevar a cabo, ya que se realiza a través de desperdicio de madera.

El proyecto silla bien probada busca aprovechar la viruta de madera proveniente de los residuos de trabajos de carpintería, lo que representa entre un 50-80% de desperdicios.

James Shaw y Marjan van Aubel descubrieron que se produce una interesante reacción química al mezclar desechos de madera con bioresina, se expande hasta convertirse en un material fuerte, parecido a una espuma, de casi el doble de su tamaño.

Como resultado obtienen sillas resistentes, livianas y coloridas que dejan en evidencia el comportamiento del material, este resultado se obtiene mediante un proceso de exploración y moldeo, aportando un material con características innovadoras.

Aportación: residuos de madera, moldeado, compresión, aglutinante, producto.

Kulla

Upcycle: cuando el aserrín se encuentra con el plástico

Otro caso es el estudio de diseño industrial Kulla, en él se diseñan productos a base de mezcla de materiales de desecho. En este caso se habla de una mezcla de plástico y aserrín, se mezclan en un molde de aluminio y luego se hornea, el calor crea una conexión natural entre ellos sin necesidad de aditivos. El plástico combinado con el calor funciona como aditivo y el aserrín es el que le da resistencia y firmeza al producto.

Se puede moldear el material de la manera que se desee, por ejemplo en platos, lámparas, muebles, etc. El proceso de creación de estos productos se podría decir que es de cocina, ya que no se necesitan de grandes laboratorios para diseñar este material.

Técnicas: moldeado, compresión, aglutinado, residuos, proceso casero, cocción.

FIG.58 Productos plástico + aserrín



Taburete Hempcrete



FIG. 59 Taburete

Este caso de aplicación consiste en el diseño de un taburete, es creado a base de cáñamo, cal y un material aglutinante, se obtiene un material biocompuesto con características y propiedades de aislamiento y masa térmica. Se puede moldear de acuerdo al producto que se desee, se compacta y se deja reposar para que quede sólido.

Se analiza esta aplicación debido a que está compuesto por materiales naturales, se considera que se podrían aplicar los residuos de madera para diseñar un producto con este proceso de creación.

Técnicas: moldeado, compresión, aglutinado.

Tablero de compostaje



FIG.60 Tablero de compostaje

Este tablero está hecho con las bases del material circular, es decir, dentro de los principios de economía renovable. Rik Makes devuelve lo que toman cuando se trata de fibras, e incluye las cualidades de descomposición de la naturaleza cuando investigaron la degradación de su aglutinante en la naturaleza (MaterialDistrict, 2021).

El aglutinante utilizado está basado en almidón. Cuando se descompone, el almidón energiza organismos y hongos, donde las fibras pueden mantener los minerales y la humedad creando un suelo vivo y rico en hummus. Este es un material de hoja que incluye la naturaleza que tiene una función tanto para las personas como para la naturaleza.

En la investigación de las fibras, Rik Makes notó las inmensas cantidades de virutas fácilmente disponibles de los desechos de los cultivos.

Aportación: residuos, compresión, aglutinante, integración al medio ambiente.

RESUMEN DE ANALOGÍAS

Escalando mi proyecto

Los casos de estudio que se muestran en la siguiente figura son la fuente de inspiración para el desarrollo de este trabajo de tesis, cada uno contribuyó desde la metodología de trabajo hasta la receta exacta de preparación. Se hace esta escala para ubicar nuestro proyecto respecto a las analogías estudiadas, esto con el fin de tener la comparativa del trabajo que se esta realizando con lo que ya existe.

Esta escala se realizo basándonos en los siguientes factores:

- Escala de trabajo (casero o profesional)
- Usos y aplicaciones
- Contenido de información

Uno de los principios de diseño de este trabajo es el biomimetismo, que se explica a la perfección con la siguiente frase: **"No se busca imitar a la naturaleza, sino entender su proceso de diseño"**.

Se hace mención de lo anterior porque se relaciona directamente con los casos de estudio mencionados, no se busca imitarlos, sino tomarlos como fuente de inspiración y entender sus procesos de creación para aplicarlos en nuestro proyecto con el fin de innovar y aportar un biomaterial para la arquitectura.

La diferencia de este proyecto desarrollado de los que ya se realizaron principalmente es la escala local, ya que se esta elaborando con abundancias locales, es decir, residuos que encontramos en nuestra zona de estudio sin necesidad de buscar a nuestros alrededores, por ende no generamos actividades que influyan en la contaminación del medio ambiente (transporte, transformación, etc.).



FIG.61 Escala de casos de estudios comparándolos con el proyecto en desarrollo

A continuación se hace un análisis de la información recabada de las analogías estudiadas con el fin de informar la aportación de cada una; esta información nos dará pie al siguiente paso que es la toma de decisiones para comenzar con el proceso experimental del presente trabajo de tesis.

Esta información será dividida en 3 partes: la materia prima y aditivos que utilizan, técnicas y métodos de elaboración y los productos obtenidos como resultado.

MATERIA PRIMA Y ADITIVOS

Se observa que los biomateriales estudiados anteriormente son elaborados en su mayoría con un residuo que sería la materia prima y un aglutinante, la variable de los ejemplos y de este trabajo principalmente es que la materia prima que se utiliza está ubicada en la zona de estudio, de igual manera el aglutinante es el que se encuentra al alcance local de quien realiza el trabajo; esto debido a que se trabaja bajo un enfoque de escala local, en donde se ubican y seleccionan los materiales que tenemos a nuestro alcance sin necesidad de obtenerlos de otro lugar.

TÉCNICAS Y MÉTODOS DE ELABORACIÓN

Los trabajos estudiados son realizados bajo diferentes metodologías sin embargo, tienen en común varias técnicas ya sean caseras o profesionales pero que de cierta manera los llevan al mismo resultado. A continuación se enlistan y describen algunas de ellas:

- Cocción: proceso de someter los ingredientes a temperaturas altas para crear una mezcla homogénea entre los ingredientes de la resina con el residuo.
- Moldeado: se utiliza para darle forma al material o mezcla mediante moldes de distintos materiales y también depende del producto que se desee como resultado.
- Compresión: cuando se obtiene una mezcla se procede a moldearla, este proceso requiere de un trabajo de compresión mecánica para compactar la mezcla y darle forma y resistencia.

PRODUCTO-RESULTADO

Los productos obtenidos estudiados anteriormente son objetos decorativos y mobiliario; un factor importante del uso deseado es la resistencia y comportamiento del material, por lo que se deben hacer pruebas caseras y de laboratorio para conocer sus características y propiedades; se procede a pensar en que material es "bueno" y para qué me serviría. A continuación se enlistan productos obtenidos de biomateriales:

- Sillas
- Bancos
- Lámparas
- Recipientes
- Elementos decorativos

MATERIAL

Es importante mencionar que también nos encontramos únicamente con la realización del material con el fin de que diseñadores y cualquier usuario definan el uso que se le dará al mismo, por ejemplo: tableros, paneles acústicos, bioplásticos, estructuras, cubiertas, etc.

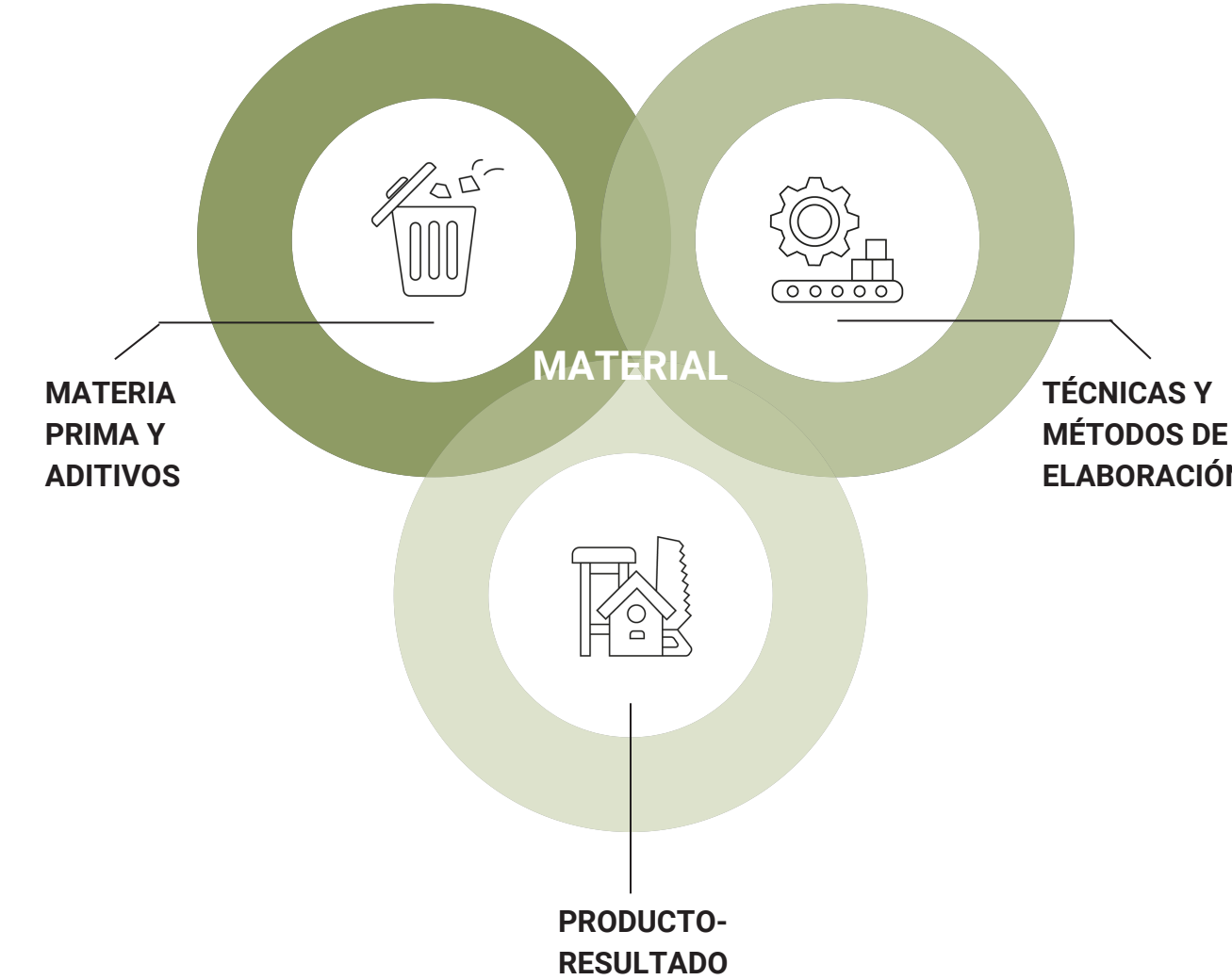


FIG.62 Proceso de elaboración de un biomaterial-información de analogías.

Postura teórica

En los capítulos anteriores se fue desarrollando una postura crítica con respecto a los temas abordados, los cuales tienen relación directa con el tema principal, los biomateriales y su aplicación en la arquitectura.

El estudio de estos temas es el sustento de esta investigación, sin embargo, con el transcurso de la misma se fue estableciendo un criterio propio aplicado al desarrollo.

¿Qué aporte tiene esta información en el proyecto que se busca llevar a cabo?

En la actualidad y a escala mundial nos enfrentamos con las problemáticas de la contaminación ambiental, como arquitectos nos enfocamos en el área de la construcción y producción de materiales, ya que es uno de los sectores que más contaminan, ante esta situación buscamos soluciones que mitiguen el impacto ambiental.

Los biomateriales los encontramos como un medio de solución ante esta contaminación, se busca aprovechar los recursos naturales que tenemos a nuestro alcance; así mismo crear comunidades productivas y desarrollar un vínculo con el territorio.

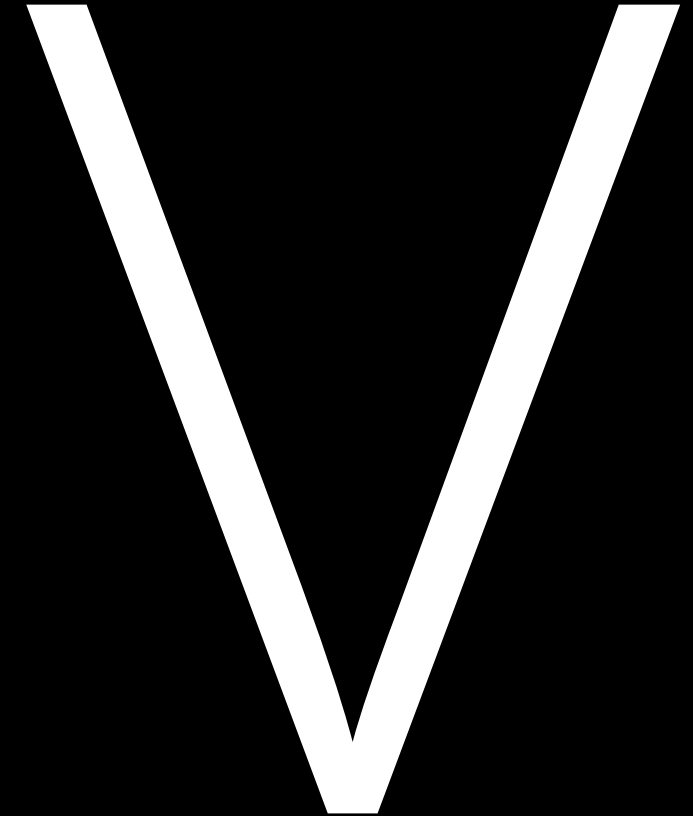
La arquitectura y biología son uno mismo, su relación la definimos en una sola palabra: “NATURALEZA”, que no es más que el claro ejemplo de cómo deberíamos diseñar, se considera perfecta.

“La naturaleza no hace nada incompleto ni nada en vano”

Aristóteles

“La naturaleza no hace nada incompleto ni nada en vano”

Aristóteles



DESARROLLO EXPERIMENTAL

DESARROLLO EXPERIMENTAL

La experimentación parte del desconocimiento, en donde se explora lo que no se sabe, se ensayan preguntas sin respuestas conocidas. Pensar es aprender a dudar y proyectar es dar forma a la duda. La construcción del objeto resultante certifica razonamientos y procesos que convierte la experiencia en aprendizaje. Por tanto, la experimentación es la síntesis de la innovación (Álvarez, 2022).

Este desarrollo experimental quedará definido por una serie de características y propiedades que se desarrollarán en las muestras experimentadas para comprobar la hipótesis de trabajo. Una vez teniendo esta información que nos brinda el propio material, podremos estudiarlo y analizarlo para pensar en sus posibilidades de uso.

Para Porter, 1999, si lo vemos desde el entorno competitivo actual, se convierte en una prioridad la búsqueda de ventajas competitivas a través de pilares básicos como el mejoramiento, la innovación y el cambio.

Para lograr la innovación y mejoramiento del material se deben hacer "n" experimentaciones, el mismo material te va brindando la información necesaria para saber con que experimentación continuar. La cantidad de pruebas es imprescindible, debido a que dependerá de los diferentes factores y variables a las que se sometan las muestras.

Este desarrollo experimental tendrá un margen definido de acuerdo al uso que se le quiera dar al material, por el momento el resultado óptimo es obtener la caracterización del material y poderlo aplicarlo en elementos arquitectónicos.

El proceso experimental se desarrollará en 3 etapas, las cuales se mencionan a continuación.

Etapa 1. EXPERIMENTAL

Este etapa consiste principalmente en experimentar con los residuos extraídos, es decir, observar sus características, comportamientos, propiedades, entre otras, para poder decidir cuales se usarán para realizar las primeras muestras.

También se experimentará en la elaboración de la resina, se seleccionarán los ingredientes necesarios y a su vez analizar sus características y comportamientos para seleccionar los ingredientes más eficaces para lo que se pretende realizar.

Se manipula la mezcla y son los primeros acercamientos de pruebas ya moldeadas.

En esta etapa se analizan los métodos de compactación y prensado de las muestras, así como el método de desmoldar las pruebas y el tiempo de secado.

Etapa 2. MATERIAL

En esta etapa se crea una visión material generada a partir de la información generada de los materiales recabada en la etapa anterior.

Se realizan las primeras pruebas y el objetivo principal es extraer la información que el propio material nos brinda para tratar de mejorar sus características y cualidades para tratar de lograr un material más estable.

Se establece un criterio de selección de muestras las cuales previamente ya han sido evaluadas para explorar sus características funcionales en la siguiente etapa.

Etapa 3. FUNCIONAL

En esta ultima etapa del proceso experimental, se seleccionan las muestras con mejores características de acuerdo a su comportamiento en las pruebas a las que se sometieron y posteriormente se someten a pruebas mas especializadas para conocer información a cerca de la funcionalidad del material, los criterios para evaluar las muestras estarán basados principalmente en el uso que se le quiere dar, en este caso es de elementos y paneles decorativos.

Se seleccionan las muestras potenciales con el fin de especular en sus posibles aplicaciones y desarrollar elementos y objetos reales, que cumplan con la función esperada de acuerdo a las características del material.



FIG.64 Etapas del desarrollo experimental

Proceso experimental de elaboración de biomaterial- ETAPA1

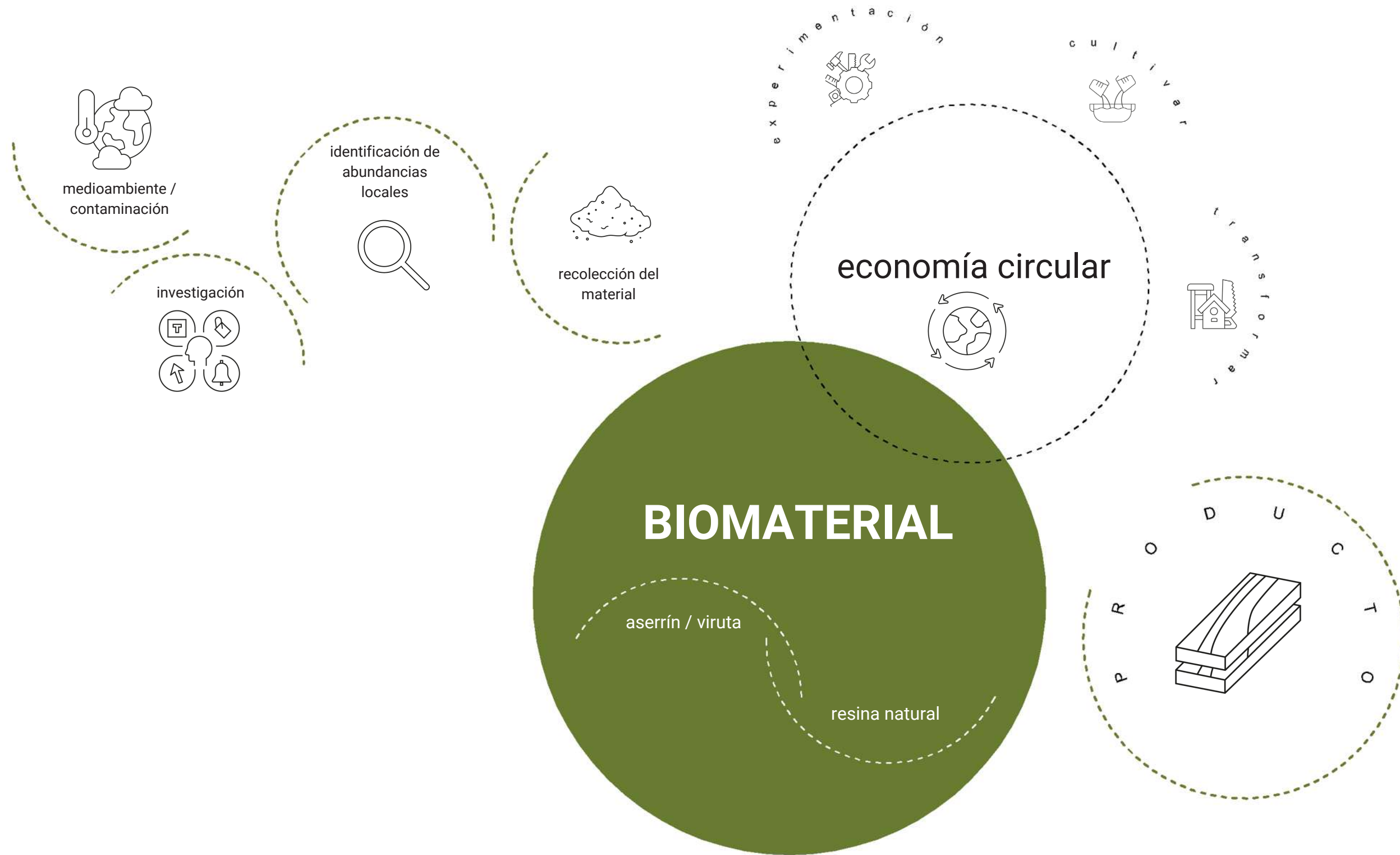


FIG.65 Proceso experimental de elaboración de biomateriales ETAPA 1



ASERRÍN/VIRUTA

+

Laboratorio casero
Experimentación

RESINA NATURAL

+

Abundancias locales
Pigmentos naturales

BIO MATERIALES
BIO MATERIALES

ETAPA 1. Experimental

A continuación se enlistan las actividades a desarrollar en esta etapa.

- 1.Primeramente se se identificaron las abundancias locales y se hizo la recolección de los diferentes tipos de residuos de madera.
- 2.Una vez teniendo estos residuos se seleccionan los que se usará; se clasifican en viruta y aserrín de diferentes tipos.
- 3.Se procede a experimentar con la creación de una resina a base de ingredientes naturales para aglutinar el relleno, se hacen varias pruebas variando los ingredientes y las cantidades para concebir el mejor resultado posible.
- 4.Se preparan los ingredientes de la mezcla a desarrollar, por ejemplo, el relleno debe estar totalmente seco y en ocasiones tamizado.
- 5.Como ingrediente extra se le agrega un pigmento natural a base de elementos y abundancias naturales encontradas de acuerdo a la temporada. Se desarrolla el proceso de extracción de estos pigmentos.
- 6.Una vez teniendo seleccionado el relleno y la composición de la resina, se empieza a experimentar con la creación de una mezcla para moldearla.
- 7.Se selecciona el material a utilizarse (moldes) para darle forma a la mezcla y hacer muestras para analizarlas y obtener información necesaria para continuar con la experimentación.
- 8.El trabajo de moldeado tiene un proceso de compactación y prensado para tener una muestra lo mas estable posible en cuestión de forma. Se explica el método de compactación y prensado de estas.
- 9.Por ultimo existe un proceso de desmolde y secado de las muestras, se explica las características que debe tener este proceso.

Se buscarán soluciones mediante un proceso de experimentación; a prueba y error. El material base son los residuos de madera: aserrín, viruta y corteza de árboles; lo que se busca es la manera de compactarlos de manera natural, por lo que se aprovechan las propiedades y características que tienen estos materiales, además que se experimenta en la elaboración de una resina natural que su función será la de aglutinar el relleno.

Identificación y recolección de abundancias locales (residuos de trabajos realizados con madera)



FIG. 66 Viruta/ corte de madera



FIG. 67 Viruta/ cepillado de madera



FIG.68 Viruta/ pulido de madera



FIG. 69 Aserrín/ corte de madera



FIG. 70 Aserrín/ cepillado de madera



FIG. 71 Aserrín/ pulido de madera

Selección de filtro/relleno



FIG.72 Aserrín



FIG.73 Viruta corta



FIG.74 Viruta ancha



FIG.75 Viruta desmenuzada

El relleno a utilizar será desperdicio de trabajos realizados con madera de pino, se recolectó aserrín y viruta de diferentes cortes de la madera, con ellos se experimentará para realizar el biocompuesto.

Aglutinante-resina

Se analizará lo que es una resina, con el fin de entender cómo funcionará este producto en este proyecto.

La resina es una sustancia orgánica de consistencia pastosa, pegajosa, transparente o translúcida, que se solidifica en contacto con el aire; es de origen vegetal o se obtiene artificialmente mediante reacciones de polimerización. Se define también como macromoléculas hechas de monómeros o compuestos químicos de bajo peso molecular unidos, conllevan un proceso de agrupación y forman un polímero, que en este caso es el elemento que nos servirá como aditivo para unir los materiales.

Entendiendo la resina (aglutinante)⁶

mL agua	g (grenetina-agar agar-glucosa)	mL (vinagre-bicarbonato de sodio)	mL (glicerina-glucosa)
Medio de la mezcla (es necesario en la receta para integrar todos los materiales)	Polímero (es el aglutinante, unión de los materiales de la mezcla)	Medio acido (nivela el ph de la mezcla para evitar hongos)	Plastificante (aporta hidratación a la mezcla)

A continuación se describirán los ingredientes que serán utilizados en la elaboración de la resina natural, así como sus características de accesibilidad en la zona y económicamente. Se describirá su función específica en el biocompuesto así como las condiciones en las que se deben encontrar.

Agua

Sustancia líquida que se obtiene por infusión, destilación u otro procedimiento de una sustancia vegetal, como hojas, flores, frutos o cortezas de ciertas plantas. El agua será el medio de la mezcla, es decir, su función es integrar todos los ingredientes. Deberá ser agua purificada y/o hervida previamente. Su costo en el mercado es de aproximadamente \$1.90 por litro.

Agar agar

Es una sustancia carragenina, un polisacárido sin ramificaciones obtenido de la pared celular de varias especies de algas. Se usa como base de gelificación de alimentos principalmente, su composición es 85% proteína y la encontramos en forma de polvo. Su función principal en la resina es la de un aglutinante, sus propiedades permiten unir de forma natural las partículas de la mezcla. Su precio en el mercado es de \$1,158.00 el kilogramo, este ingrediente solo lo encontramos en establecimientos de venta de materias primas.

Grenetina

Es una proteína que se extrae del colágeno constitutivo de huesos, pieles y cartílagos animales mediante procesos de hidrólisis ácidas o alcalinas. Da consistencia sólida a los líquidos dependiendo de la proporción utilizada. Su función será exactamente la misma que la del agar agar (unión de partículas en la mezcla). Su precio en el mercado es de \$235.00 el kilogramo, es accesible ya que la encontramos en cualquier tipo de establecimiento de venta de materias primas.

Glucosa

Es una solución acuosa parecido a un aceite, se obtiene del almidón del maíz, arroz, papa, trigo, etc. Sirve para aglutinar e hidratar nuestra resina. Su precio en el mercado es de \$48.00 el kilogramo, es accesible ya que la encontramos en cualquier tipo de establecimiento de venta de materias primas.

⁶Resina elaborada con receta de elaboración de un bioplástico compartida en curso en línea impartido por Alejandro Weiss, cofundador de LABVA, (2021). Sin embargo, por medio de la experimentación se fueron modificando los ingredientes y las proporciones.

Glicerina

El glicerol, o glicerina, es un alcohol presente en todos los aceites vegetales y grasas animales, esto en combinación con diversos ácidos grasos. La función de este ingrediente en la resina será la de hidratar y evitar las contracciones o grietas de la muestra ya compactada. Su precio en el mercado es de \$147.00 el litro aproximadamente, es accesible ya que la encontramos en cualquier tipo de establecimiento de venta de materias primas o de ingredientes naturales a granel.

Vinagre

El vinagre es un condimento líquido, que se obtiene por una fermentación que transforma al alcohol de un vino o de una solución alcoholizada en ácido acético. Se función es nivelar el ph y evitar que aparezcan hongos en la mezcla. Su precio en el mercado es de \$15.00 el litro aproximadamente, este ingrediente lo podemos encontrar en establecimientos comerciales de alimentos.

Bicarbonato de sodio

Sal que se forma a partir de ácido carbónico y que tiene un átomo de hidrógeno que se puede sustituir por un metal. Su función al igual que el vinagre es nivelar el ph de la mezcla para controlar la formación de hongos. Su precio en el mercado es de \$26.00 el kilogramo aproximadamente, este ingrediente solo lo encontramos en cualquier establecimientos de venta de alimentos y granos.

A continuación se muestra el proceso de elaboración de la resina natural, es importante mencionar que en esta fase se llevarán a cabo diferentes pruebas con los ingredientes para llegar al mejor resultado posible de la resina.

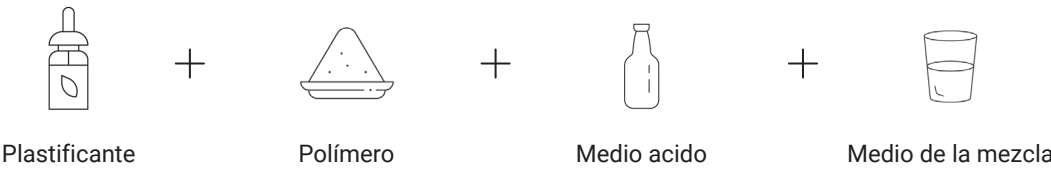


FIG. 76 Ingredientes para resina natural

Preparación de la resina



FIG.77 Preparación de resina natural

Esta resina la definimos como una sustancia pastosa obtenida de manera natural, su función principal será la de un aditivo que en conjunto a los polímeros que tienen los residuos de la madera, se logrará la unión de las partículas del material, dándole rigidez al producto diseñado.

Proporcionar ingredientes



FIG.78 Ingredientes para la resina

Los ingredientes de la resina deben estar medidos en mL y gr, al tener las proporciones adecuadas se puede realizar correctamente la mezcla.

Preparación de filtro/relleno



FIG.79 Molido de aserrín



FIG.80 Tamizado de aserrín

El relleno del biocompuesto debe pasar por una prueba de tamizado y si es necesario molerla en un mortero para obtener la consistencia deseada.

Pigmentos naturales

A continuación se hablará de los pigmentos naturales debido a que se tiene la opción de implementarlo en el material como un plus de diseño. Para comprender mejor el desarrollo se define lo que son y su uso.

Los colorantes o pigmentos naturales son sustancias que tienen un origen mineral o biológico y tienen la facultad de comunicar su color a otros materiales. Dependiendo del sistema que se use para su aplicación, un colorante puede ser un pigmento o un tinte.

Los pigmentos naturales se clasifican como productos ecológicos y respetuosos con el medio ambiente. Normalmente se trata de un polvo muy fino que se le agrega a un aglutinante para obtener diversos colores.

Los pigmentos que se utilizarán fueron hechos a base de materiales abundantes naturales que se encontraron en la zona, por ejemplo: flor de camelina, hoja de fresno, hoja de limón; también de residuos orgánicos como acelgas y zanahorias.



FIG. 81 Pigmentos naturales

A continuación se muestra como fue el proceso para la elaboración de los pigmentos.

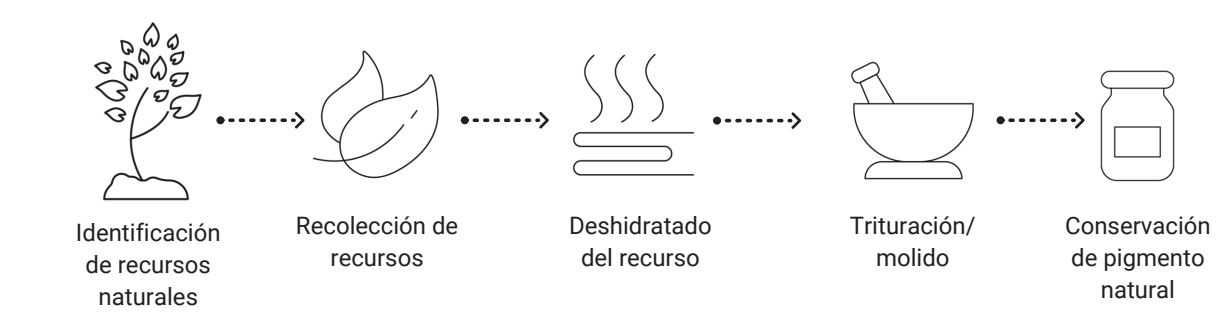


FIG. 82 Proceso de elaboración de pigmentos naturales

Pasos para elaborar pigmentos naturales

- 1. Identificación de material
- 2. Recolección
- 3. Deshidratación
- 4. Trituración
- 5. Pigmento natural

Se identificaron los materiales naturales de los que se pueden obtener pigmentos, se recolectaron y se hizo el proceso necesario para poder sacar el color natural. Estos pigmentos se implementarán al material para dar color e incluso textura.

Pigmento a base de flores de camelinas



FIG. 83 Proceso de elaboración de pigmento natural-camelina

Pigmento a base de zanahorias



FIG. 84 Proceso de elaboración de pigmento natural-zanahoria

Pigmento a base de hojas de árbol de limón



FIG. 85 Proceso de elaboración de pigmento natural-limón

Pigmento a base de hojas de fresno seco



FIG. 86 Proceso de elaboración de pigmento natural-fresno



Moldes y material utilizado



FIG.87 Jeringa, medidor, cutter, cuchara, navaja



FIG.88 Mortero, rayador, colador, globo



FIG.89 Pegamento, guantes, regla, cutter

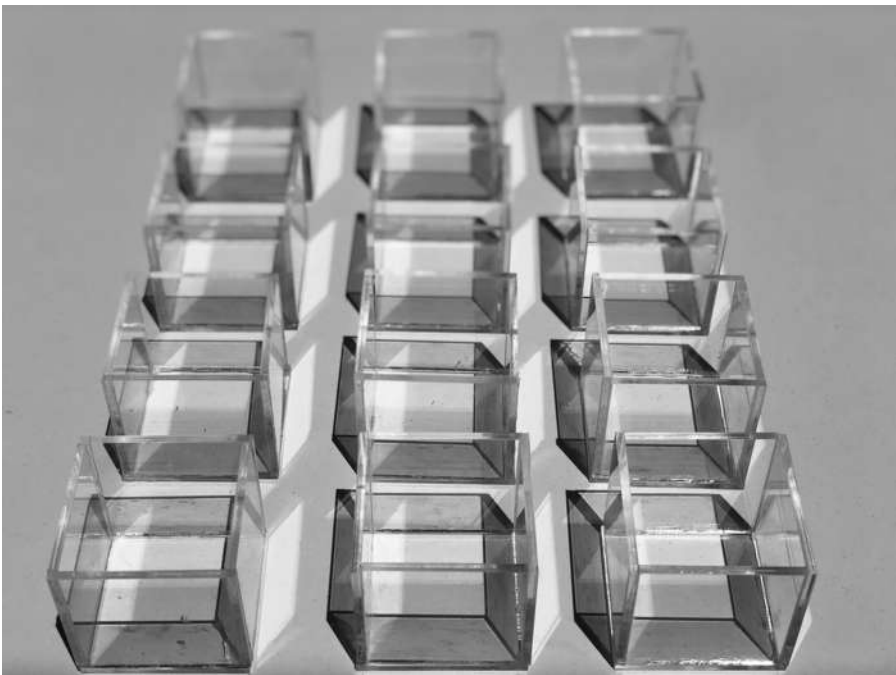


FIG.90 Moldes de acrílico

Se realizan moldes con el material que se muestra en las imágenes, estos se hacen de acuerdo a las especificaciones de las pruebas de laboratorio de materiales. En ellos se integrará la mezcla del biocompuesto para poder realizar las pruebas necesarias.

Elaboración de mezcla para integrarla a los moldes y compactarla



FIG.91 Preparación de ingredientes para el biomaterial

Proceso

El proceso experimental se realizó bajo un enfoque de trabajo en un laboratorio casero, es decir, se usaron herramientas y materiales que encontramos en nuestros hogares; la finalidad de realizarlo de esta manera es de brindar opciones de trabajo que estén al alcance de cualquier persona.

- Para la fabricación de biocompuestos debe considerarse principalmente la consistencia de la mezcla entre la resina y el desperdicio, en este caso el aserrín o viruta;
- Se requiere del uso de moldes y se compactará mediante prensas (fig.) para medir la fuerza de compactación se utilizará un dinamómetro (fig.), esto se hace con el fin de tener una medida de fuerza mas estandarizada y equilibrada entre todas las muestras;
- Se considera importante llevar un registro fotográfico así como una bitácora de las mezclas que se generen, ya que de esta manera se podrá llegar a una conclusión mas acertada de la fabricación de los biocompuestos.



FIG.92 Proceso experimental

Compactación

Se prensarán mediante prensas de plástico, esto con el fin de estabilizar el molde con la mezcla y quede una figura lo mas rígida posible.

La compactación se hará de manera manual, se medirá su fuerza con un dinamómetro para tener una medida de fuerza lo mas estandarizada posible y que se le aplique a las diferentes muestras. Este factor será de suma importancia debido a que con esto sabremos que tipo de virutas-aserrín necesitan mas fuerza para compactarse, sabremos también cuales se compactan de manera más fácil dependiendo de su forma.

Un dinamómetro es una herramienta que, a partir de los cambios en la elasticidad de un muelle con una determinada calibración, permite calcular el peso de un cuerpo o realizar **la medición de una fuerza**. Su funcionamiento se encuentra relacionado con la tercera ley de física expuesta por Newton que dice que a toda acción le corresponde una reacción; por tanto, siempre que dos cuerpos A y B interactúen, siendo el cuerpo A quien experimente una fuerza ya sea por contacto, magnética o de interacción gravitatoria, el cuerpo B experimentará en el mismo momento una fuerza de similar magnitud pero en el sentido contrario.

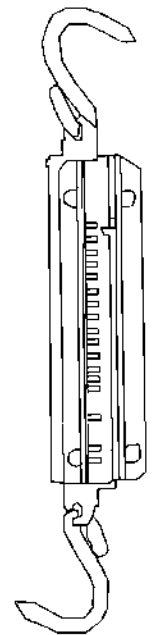


FIG.93 Dinamómetro

La prensa es un dispositivo que se utiliza para **compactar**. El término procede del catalán prensa y está vinculado a ejercer una presión o emplear una fuerza.

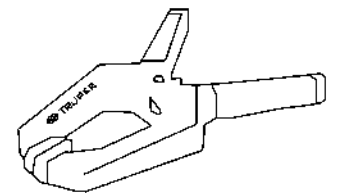


FIG.94 Prensas para compactar

Compactación y prensado de pruebas en moldes

El proceso de compactado será mediante la aplicación de fuerza a cada capa de la mezcla vaciada en el molde, la fuerza será aplicada y medida con el dinamómetro (fig.), una vez que esté lleno el molde y compactado adecuadamente se prensará (fig.) para que mantenga la forma que se le da con el molde y no sufra deformaciones cuando este en proceso de secado.

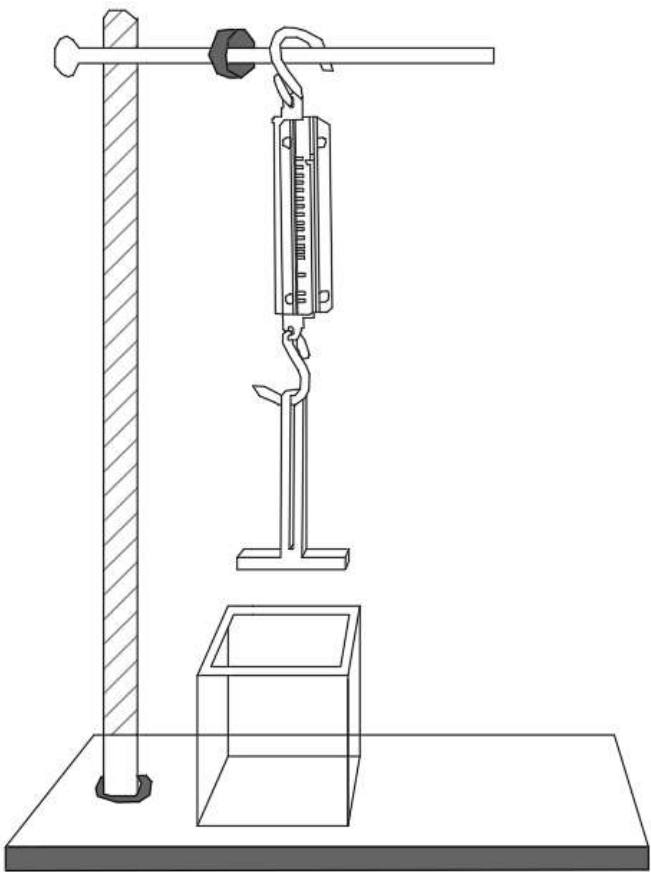


FIG.95 Compactación de mezcla, medición de fuerza aplicada

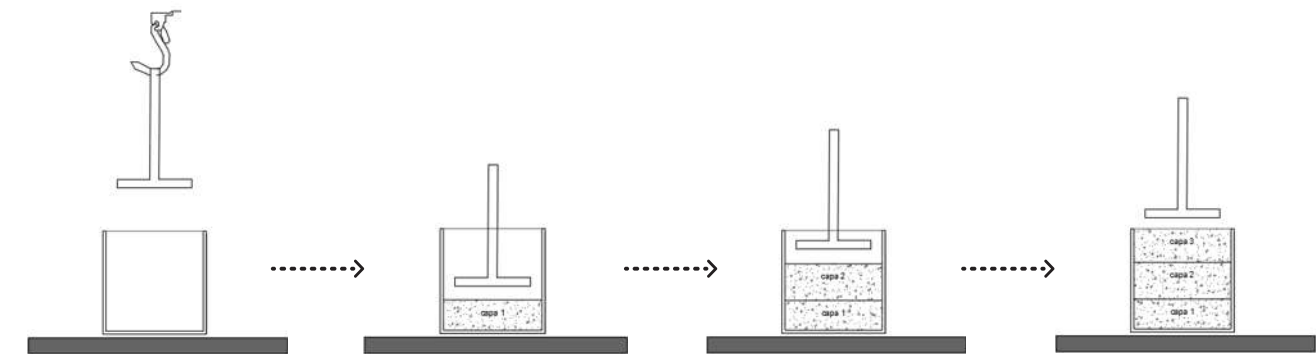


FIG.96 Compactación mediante capas

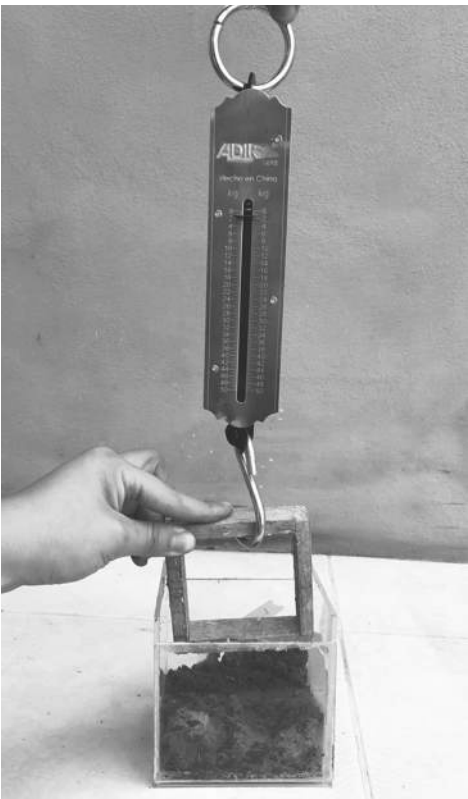


FIG.97 Fuerza de compactación medida con dinamómetro



FIG.98 Muestra en molde prensada con prensas de plástico

Tiempo de secado y desmolde

Las pruebas se dejaran secar 12hr después del vaciado en el molde al exterior y temperatura ambiente. Después se desmoldarán aún cuando estén frescas para que no se desmorone; el tiempo de secado es aproximadamente de 6 días a temperatura ambiente y evitando que tengan contacto directo con una superficie sólida para que no se les forme humedad. Las muestras se colocaron sobre una malla metálica para que tuvieran oxigenación y así no se les formara moho.



FIG.99 Muestra desmoldadas secadas sobre malla metálica



ETAPA 2. Material

En esta etapa se experimentará con los materiales encontrados en la zona para elaborar una mezcla y darle forma.

Se llevará a cabo el proceso de elaboración (cocinar, cultivar, aplicación de métodos de elaboración, etc.).

Estas muestras serán estudiadas para conocer sus características y propiedades para comenzar con la etapa 3, en donde se seguirá experimentando basándonos en los resultados de la etapa 2.

CRITERIOS PARA EVALUAR

Agrietamiento

Que en el proceso de secado no presente grietas después de cierto tiempo, es decir que sus partículas queden unidas con el aglutinante.

Desmoronamiento

Al momento de desmoldarse y secarse las partículas deben quedar unidas y tener una forma sólida la muestra.

Compactación

La capacidad que tienen de compactarse las partículas del aserrín o viruta sometiéndolas a una fuerza para que queden lo mas unidas posible. Este factor dependerá principalmente del tipo de relleno que se utilice.

Secado

Se medirá el tiempo en que tarde en secarse la muestra expuesta a temperatura ambiente sin someterla a procesos artificiales

Deformación

No debe de sufrir deformaciones considerables durante su proceso de secado respecto a la forma original que se le dio en el molde.

Resistencia

Debe mantener suficiente entereza para soportar uso continuo.

Dureza

Cualidad buscada de acuerdo a las aplicaciones y usos futuros del material.

Textura

Uniforme y matizada, que pueda notarse relieves y porosidad sobre su superficie

Presencia de hongo

Si en el momento del proceso de secado existe la presencia de hongos o humedad.

Ligero-pesado

Se valora respecto al peso inicial del material sin compactarlo.

Moldeable

La capacidad que tiene de ser moldeable, que sus cualidades se adapten a cualquier tipo de molde para elaborar diversidad de elementos y formas.

Color

Si cambia su color original del relleno, su factor principal será los ingredientes que se le agreguen.

Los criterios anteriormente mencionados serán evaluados durante y después de la elaboración de la muestra, la información recabada se representará en diagramas encontrados en las fichas de cada muestra.

Características de las muestras realizadas

Las muestras realizadas tienen un formato de 5x5x5cm, fueron moldeadas en un molde de acrílico y compactadas mediante fuerza manual, se prensaron para conservar su forma mediante prensas industriales a escala casera.

Preparación

- 1. Preparar el relleno-aserrín (secar y tamizar).
- 2. Preparar la resina (proporcionar los ingredientes y cocinar).
- 3. Integrar la resina y el relleno hasta que quede una mezcla homogénea.
- 4. Dejar enfriar la mezcla y vaciar en el molde aplicando presión para que quede compactado.
- 5. Dejar secar por 12 horas y desmoldar, posteriormente secar a temperatura ambiente hasta que desaparezca la humedad.

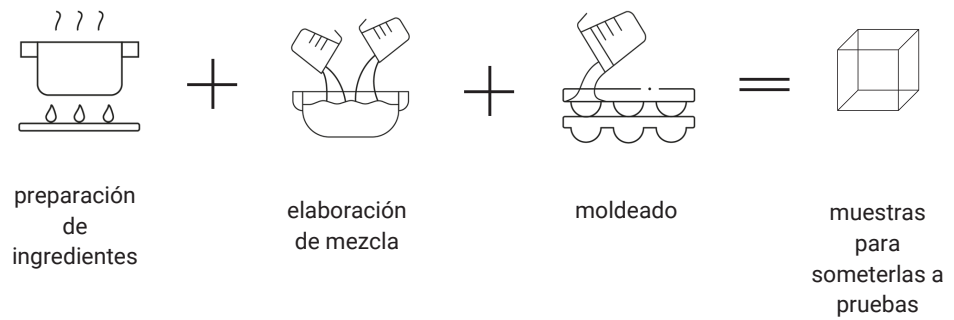


FIG.100 Proceso de fabricación de muestras

Proceso material de elaboración de biocompuesto- ETAPA 2

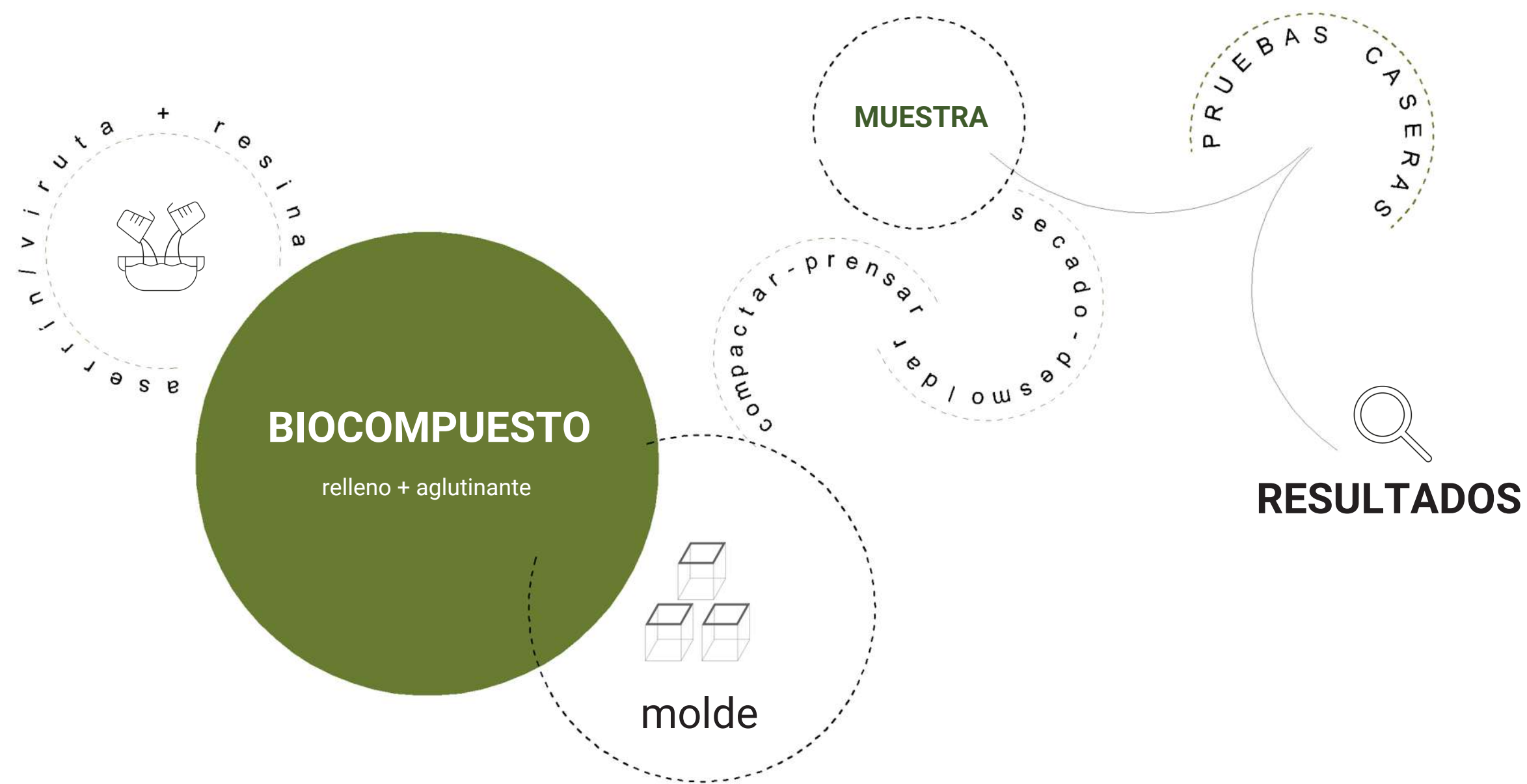


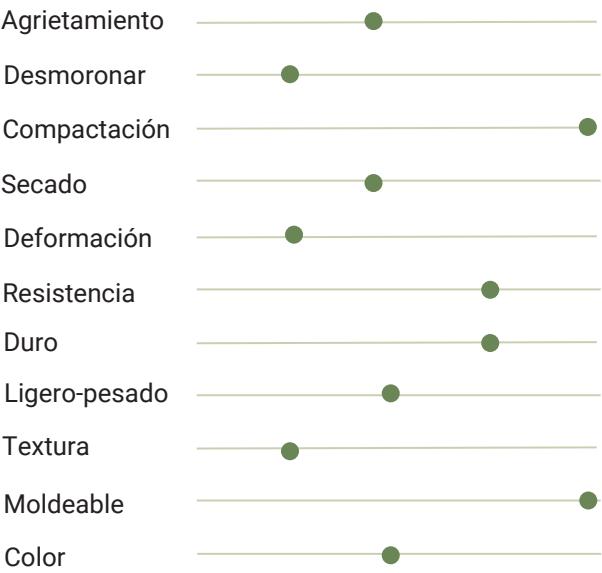
FIG.101 Metodología de trabajo para la fase 1

E - 0 1

Ingredientes

- 161gr de aserrín (pulido de madera)
- 50mL de agua
- 8gr de grenetina
- 4mL de vinagre
- 3mL de glicerina

CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

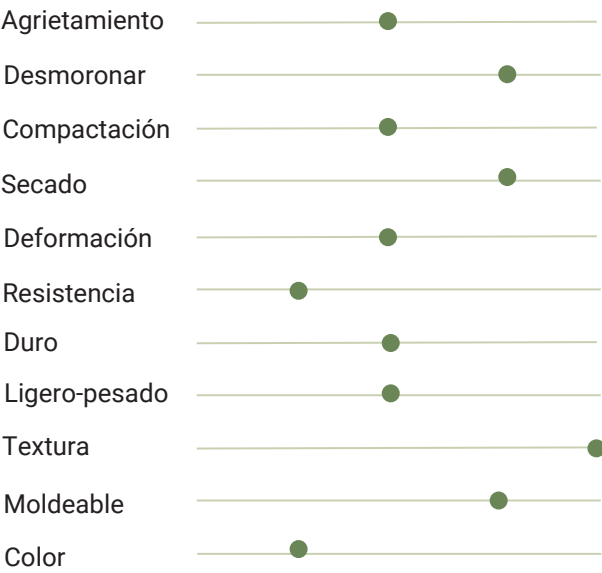
- Al elaborarse esta muestra la primer característica que se observó fue la textura del relleno, como las partículas del aserrín son más finas al momento de integrarle la resina fue mas tardado el tiempo de absorción y de hidratación completa del aserrín, por lo que se debe mezclar perfectamente hasta que quede hidratado en su totalidad. También, al hidratarse se noto considerablemente como perdió volumen, esto quiere decir que al momento de compactarse este tipo de relleno se necesita más que si fuera con rellenos más grandes.
- Se clasifica como una muestra resistente, se pudo observar que le hizo falta hidratación y el medio acido para nivelar su PH y no se generen hongos, ya que al momento de secarlo existió la presencia de estos.
- Con el aglutinante agregado se noto el cambio de color natural a uno más oscuro.

E - 0 2

Ingredientes

- 152gr de aserrín (corte de madera)
- 50mL de agua
- 8gr de grenetina
- 4mL de vinagre
- 3mL de glicerina

CARACTERÍSTICAS



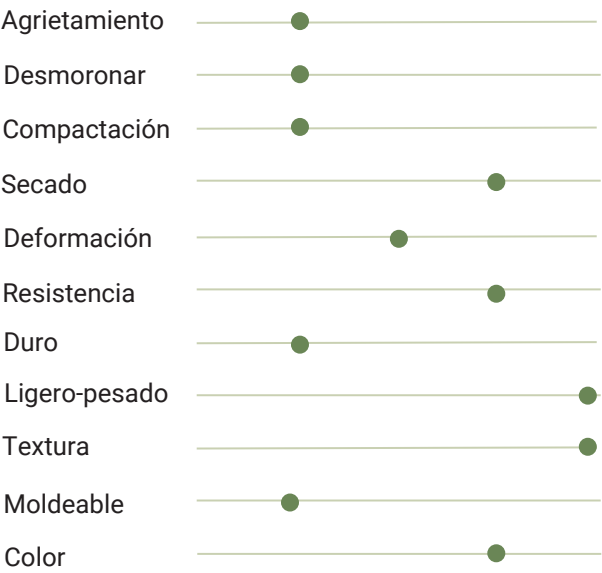
OBSERVACIONES

- La deformación es ligera, se desmoronó de las esquinas por el tipo de relleno.
- Se debe desmoldar cuando la resina esta fresca aún para que quede lo mas solida posible.
- A diferencia de la muestra E-01 esta se desmorono mas, presenta menor resistencia, no es tan dura y tiene menos capacidad de compactarse por el tipo de relleno con el que se hizo.
- Su textura es mas rugosa ya que el aserrín es mas grande, este quedo mas parecido a su color original aun cuando se le agrego la resina.
- La resina actuó de la misma manera que en la muestra anterior, pero el relleno cambio totalmente, en este no se necesita tanto y al agregarle la resina se hidrata en menor tiempo y aumenta su tamaño, por lo que al moldearla se necesita de menor cantidad de mezcla.

E - 0 3

Ingredientes
148gr de viruta (corte de madera)
50mL de agua
8gr de grenetina
4mL de vinagre
3mL de glicerina

CARACTERÍSTICAS



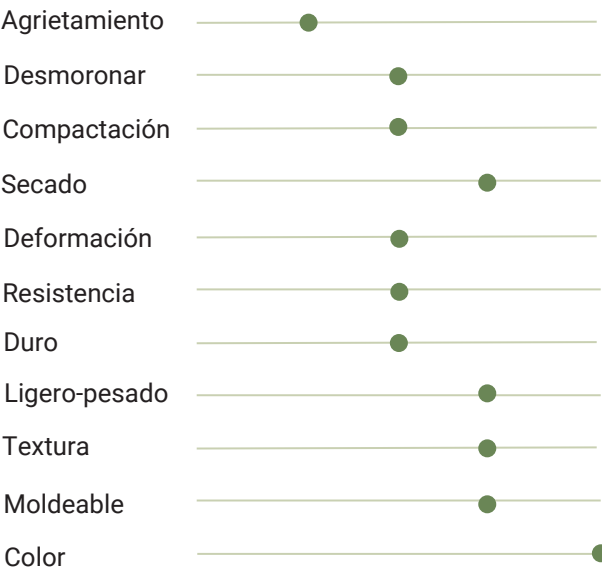
OBSERVACIONES

- En esta muestra las observaciones principales surgen del tipo de relleno que se utilizo, se identifican ventajas de este como que es mas ligero, su tiempo de secado es menor, la resistencia es mayor ya que tiene más partículas de aire, su textura es mucho más notoria y no presenta señales de agrietamiento ni desmoronamiento, sin embargo, para las aplicaciones futuras esta prueba se descartaría debido a que no se puede compactar en su totalidad, no tiene facilidad de moldeado, no es dura y su compactación es difícil.
- Es importante mencionar que a esta muestra se le podría aplicar otro método de compactación para que su configuración quedará mas limpia y así alcanzará los criterios para evaluarla como una muestra óptima.

E - 0 4

Ingredientes
158gr de viruta (cepillado de madera)
50mL de agua
4gr de glucosa
4mL de vinagre
3mL de glicerina
3gr de pigmento natural de limón

CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

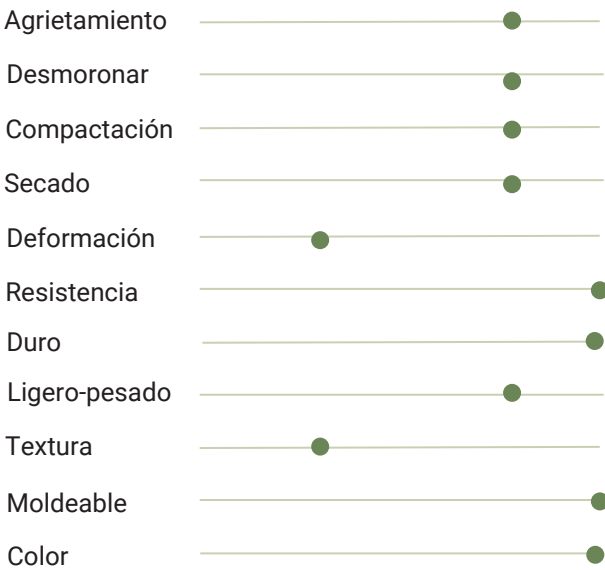
- Esta prueba tuvo una variable de ingrediente, se cambio el aglutinante y se notaron cambios importantes, la glucosa funciona como aglutinante y como hidratante, así que tuvo un nivel bajo de agrietamiento, por el tipo de relleno tuvo un nivel medio de desmoronamiento y al momento de compactarlo se quedan más partículas de aire.
- Su textura fue muy notoria, en este caso se le agrego un pigmento natural y se puede observar en la muestra que el relleno se pigmenta bien, es decir, si pierde su color original.
- Este tipo de muestra se considera medianamente resistente por el aglutinante y se puede adaptar a cualquier molde con facilidad.

E - 0 5

Ingredientes

- 151gr de aserrín (pulido de madera)
- 50mL de agua
- 2gr de agar agar
- 4mL de vinagre
- 3mL de glicerina
- 3gr de pigmento natural de flor de camelina

CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

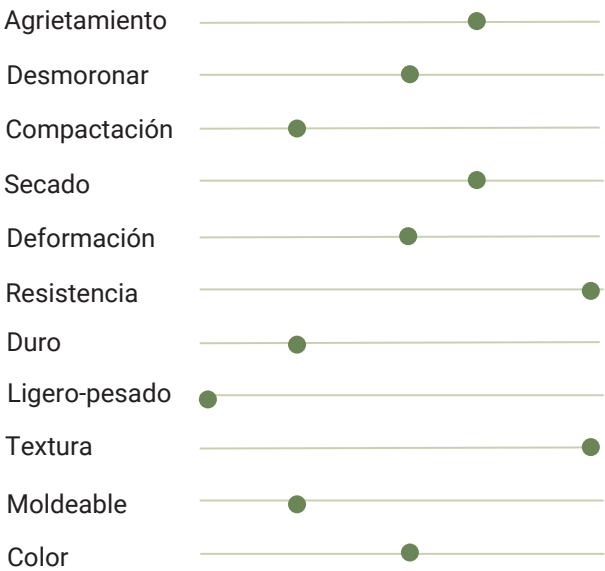
- Esta muestra tuvo la variable del relleno y del aglutinante, fue la más óptima debido a que presentó mayores características de resistencia, tuvo menos agrietamiento, no se desmorono. La composición de la mezcla permitió que se compactara de mejor manera.
- Es una muestra dura y ligera por lo que se da pie a seguir experimentando con esta muestra, se cambiaran las proporciones de los ingredientes para optimizarla.
- En este caso se le agrego color y se puede observar que si se pigmenta la muestra de manera natural.
- Su textura por el tipo de aserrín es mas lisa y se puede trabajar en este aspecto de acuerdo a las características que se deseen.

E - 0 6

Ingredientes

- 149gr de viruta (corte de madera)
- 50mL de agua
- 8gr de agar agar
- 4mL de bicarbonato
- 3mL de glicerina

CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- Esta prueba se hizo con el mismo aglutinante que la E-06, pero cambio el tipo de relleno y es muy notorio el resultado, al ser una viruta con formas más grandes es más difícil compactarlas y moldearlas, pero por otro lado su resistencia aumentó ya que entre la mezcla hay mas espacio para las partículas de aire, entonces cuando se aplica una fuerza estas solo se van eliminando y comprimiendo el material.
- Esta muestra redujo considerablemente su peso pero por lo que se clasifica como una muestra muy ligera, su textura es muy áspera y se oscurece un poco el color original de la viruta.

CONCLUSIÓN DE EVALUACIÓN DE PRUEBAS

Agrietamiento

Este factor dependerá de la cantidad de hidratante que se le agregue, en este caso de glicerina, entre mayor cantidad tenga de esta menos se presentarán grietas, ya que la mezcla estará hidratada. También es importante mencionar que para que no sufra agrietamiento por deshidratación no se deberá exponer directamente a los rayos solares.

Desmoronamiento

Para que una muestra quede lo más solida posible y no se desmorone es importante que al momento de vaciar la mezcla al molde se compacte lo mejor posible, entre más compactadas estén las partículas mas difícilmente se podrá desmoronar.

Compactación

La compactación de cada muestra depende principalmente del relleno, entre más grande este el aserrín o viruta es más difícil de compactar debido a las partículas de aire que quedan entre la mezcla. Entre más fino este mas compactado quedará.

Secado

Si se seca a temperatura ambiente tendrá un proceso natural y se secara totalmente en una semana aproximadamente.

Deformación

La deformación también depende del tipo de relleno, pero por lo regular es mínima la que se presenta en cada muestra.

Resistencia

Las muestras que se realizaron con aserrín y virutas con formas mas grandes tienen una resistencia mayor debido a que al aplicarles fuerza se eliminan las partículas de aire, sin embargo debido al uso que se le quiere dar lo que nos interesa es que quede lo más compactado posible.

Dureza

Las pruebas en general tienen características de dureza, se manipularon de manera manual y casera, y difícilmente se llevo a romper alguna.

Textura

La textura es un factor que depende únicamente del aserrín o viruta que se utilice.

Presencia de hongo

La presencia de hongo surge debido a los niveles de PH, con el vinagre y bicarbonato se pueden nivelar estos valores de la mezcla y así evitar la presencia de estos.

Ligero-pesado

Se pudo observar la reducción de peso del material compactado, siempre y cuando la muestra este totalmente seca, ya que si presenta signos de que aun no este seca esto aumenta su peso.

Moldeable

Las mezclas con las características más optimas para ser moldeadas fueron las que se realizaron con rellenos más finos, entre mas grande este la forma del relleno será mas difícil de darle forma a la mezcla.

Color

El color de la muestra cambia respecto al color inicial del relleno, se observa que cuando se le agrega agar agar se apropia de un color más oscuro en comparación con la grenetina.

Comparativa de factores que influyen en la selección de pruebas

Ingrediente	Local	Precio	Unidad
Aglutinante			
Grenetina		\$235.00	kg
Agar agar		\$1158.00	kg
Glucosa		\$48.00	kg
Medio acido			
Vinagre		\$14.90	L
Bicarbonato		\$26.50	kg
Plastificante			
Glicerina		\$147.90	L
Glucosa		\$48.00	kg

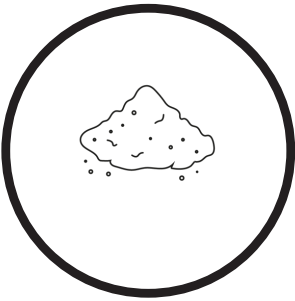
- Factible
- Medianamente factible
- No factible

TAB.1.1 Factores que influyen en los ingredientes

Conclusión respecto a los factores que influyen	
Aglutinante	En comparación de los aglutinantes el agar agar es un poco más difícil de conseguir que los demás y también es más caro, sin embargo se usa menos cantidad y aporta mayor resistencia.
Medio acido	El vinagre y el bicarbonato es factible de conseguir en cualquier lado, sin embargo, se concluye que el bicarbonato de sodio es mas efectivo respecto a lo que se busca de él.
Plastificante	Nos damos cuenta que la glicerina es mas costosa que la glucosa, por lo que se opta por agregar en proporciones iguales las dos, ya que ambos son aceites y cumplen perfectamente con su función de hidratar el biomaterial.

TAB.1.2 Conclusión respecto a los factores

Observaciones de las proporciones de los ingredientes



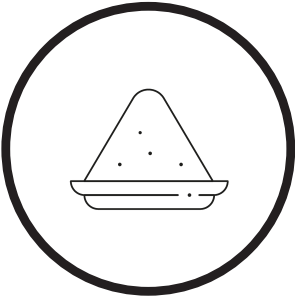
FILTRO/RELLENO
gr
96.096%

La cantidad del filtro/relleno dependerá del tamaño del molde, sin embargo siempre ocupará el porcentaje (96% aprox.) del volumen del biomaterial. Este deberá quedar perfectamente hidratado por la resina y se compactará dependiendo de la forma que tenga.



MEDIO DE LA MEZCLA
mL
3.003%

La cantidad del agua ocupa un 3.003% aproximadamente del volumen de la mezcla, esta cantidad dependerá mucho del relleno, ya que en algunos tipos de este es necesario agregar más agua para que se hidrate totalmente.



POLÍMERO
gr
0.480%

En el caso de los polímeros entre más cantidad se le agregue será mas rápido el tiempo que tarde en secarse, es importante solo agregar la necesaria porque si se le agrega de más se cuajará en muy poco tiempo y no dará tiempo de integrar la resina al relleno.



MEDIO ACIDO
mL
0.240%

El vinagre y bicarbonato tienen la función de nivelar el PH de la mezcla, con el fin de evitar la presencia de hongos, se considera que la proporción integrada es más que suficiente para que no se generen hongos.



PLASTIFICANTE
mL
0.180%

Como sabemos el plastificante cumple con la función de hidratar el biocompuesto, la cantidad de glicerina y glucosa que se le agregue determinarán si se agrieta la prueba o no, es importante agregar una cantidad considerable para que no sufra de agrietamiento.



ETAPA 3. Funcional

En esta etapa se harán "n" exploraciones basándonos en los resultados de la etapa anterior. Aquí se harán pruebas más especializadas para conocer sus propiedades y características. Con los resultados de esta etapa se seleccionará la muestra más óptima que cumpla con las mejores características de acuerdo a su uso futuro; con esta muestra se procederá a la caracterización del material y se aplicará en objetos y elementos reales, otro de los objetivos de esta etapa es la especulación de estos elementos en espacios arquitectónicos.

CRITERIOS PARA EVALUAR

Resistencia

Debe mantener suficiente entereza para soportar uso continuo de acuerdo a la aplicación que se le quiere dar al material.

Contracción volumétrica

Que exista una reducción considerable después de estar totalmente seca respecto a su forma inicial que se le dio en el molde.

Deformación

No debe de sufrir deformaciones considerables durante su proceso de secado respecto a la forma original que se le dio en el molde.

Humedad-separación

Se somete la prueba al contacto directo con agua, se valora el tiempo que tarda en sufrir la separación el material.

Temperatura

Capacidad de resistencia para soportar altas temperaturas, se mide el tiempo que tarda en encenderse en llamas. Se le aplica fuego directo.

Agrietamiento

Que en el proceso de secado no presente grietas después de cierto tiempo, es decir que sus partículas queden unidas con el aglutinante.

Dureza

Cualidad buscada de acuerdo a las aplicaciones y usos futuros del material.

Ligero-pesado

Se valora respecto al peso inicial del material sin compactarlo.

Textura

Uniforme y matizada, que pueda notarse relieves y porosidad sobre su superficie.

Moldeable

La capacidad que tiene de ser moldeable, que sus cualidades se adapten a cualquier tipo de molde para elaborar diversidad de elementos y formas.

Características de las muestras realizadas

Las muestras realizadas tienen un formato de 5x5x5cm, fueron moldeadas en un molde de acrílico y compactadas mediante fuerza manual, se prensaron para conservar su forma mediante prensas industriales a escala casera.

Preparación

- 1. Preparar el relleno-aserrín (secar y tamizar).
- 2. Preparar la resina (proporcionar los ingredientes y cocinar).
- 3. Integrar la resina y el relleno hasta que quede una mezcla homogénea.
- 4. Dejar enfriar la mezcla y vaciar en el molde aplicando presión para que quede compactado.
- 5. Dejar secar por 12 horas y desmoldar, posteriormente secar a temperatura ambiente hasta que desaparezca la humedad.

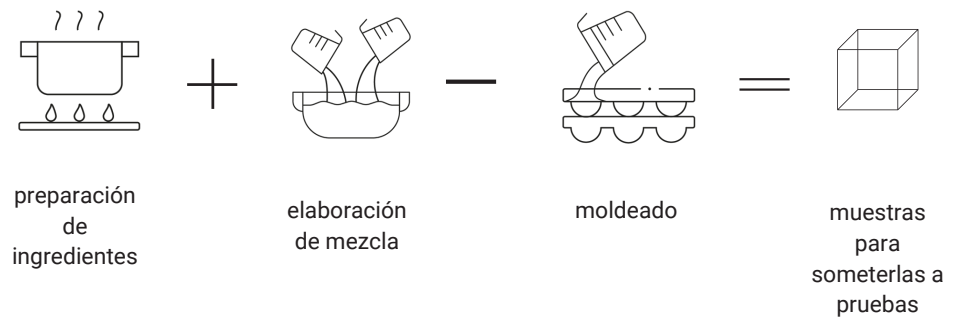


FIG.102 Proceso de fabricación de muestras

Proceso funcional de elaboración de biocompuesto- ETAPA 3

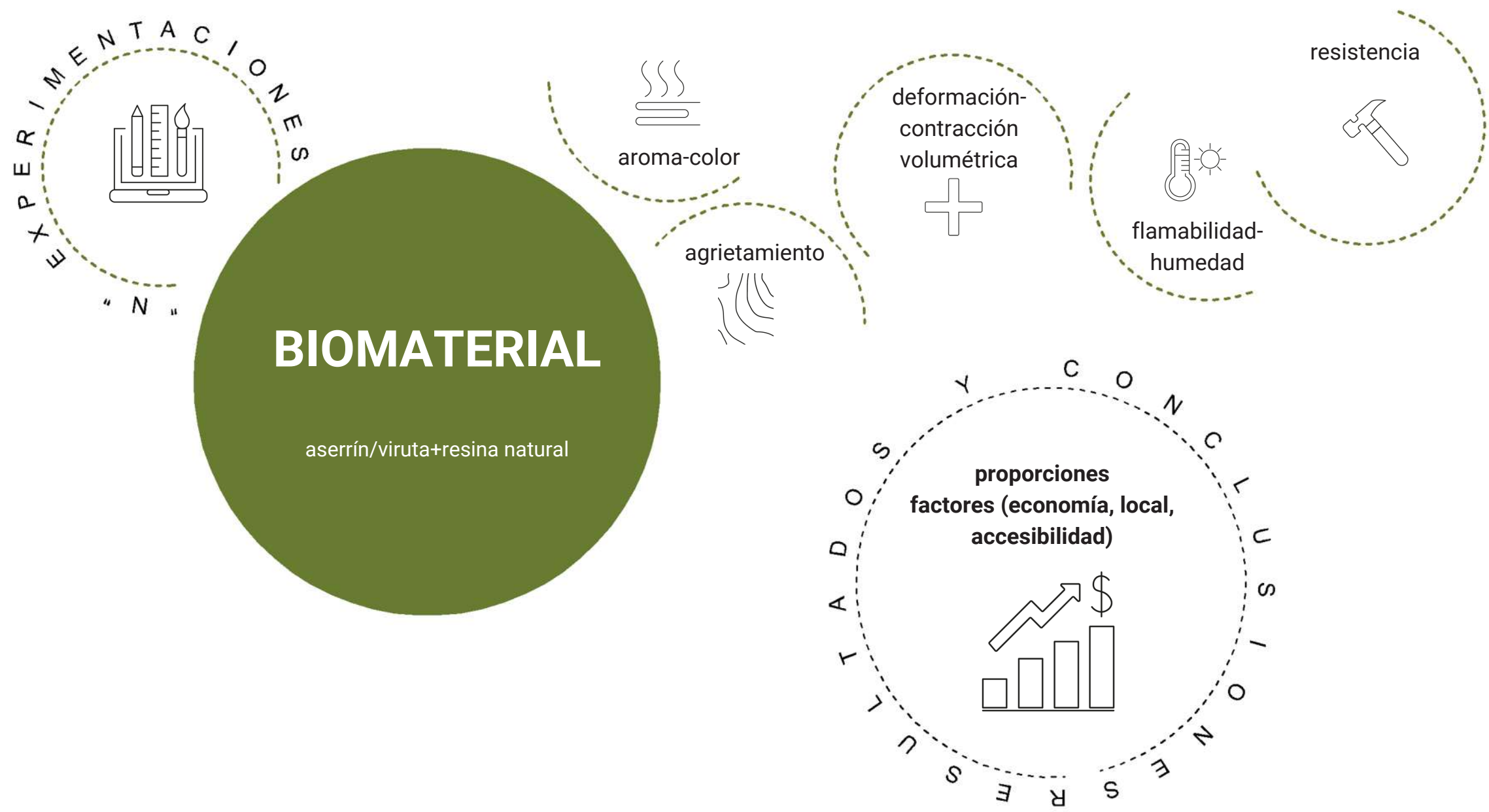


FIG. 103 Diagrama de resultados de primeras pruebas

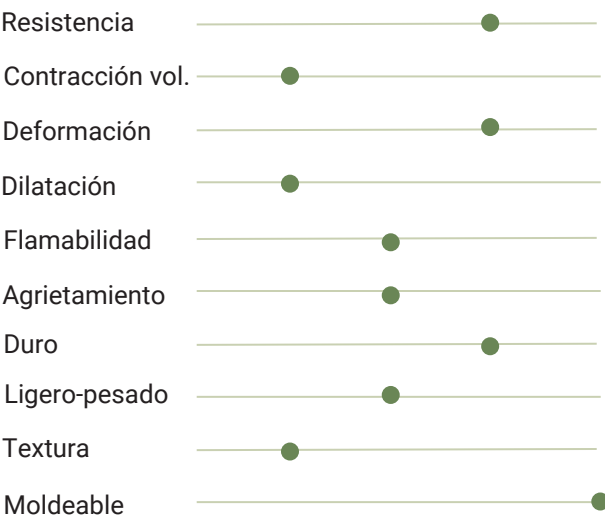
M - 0 1

Ingredientes

- 163gr de aserrín (pulido de madera)
- 60mL de agua
- 10gr de grenetina
- 5mL de vinagre
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que sufrió agrietamiento y se redujo su volumen, debido a que se dejó secar expuesta al sol directo, por lo que se define que es muy importante dejar secar a temperatura ambiente.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 48hrs se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra, se observa como solo se quema en el exterior, se apaga inmediatamente y se crea un tipo de carbón.
- Se puede moldear con cualquier forma que se desee, tiene una textura lisa, es una muestra dura y su color se oscurece por la grenetina.

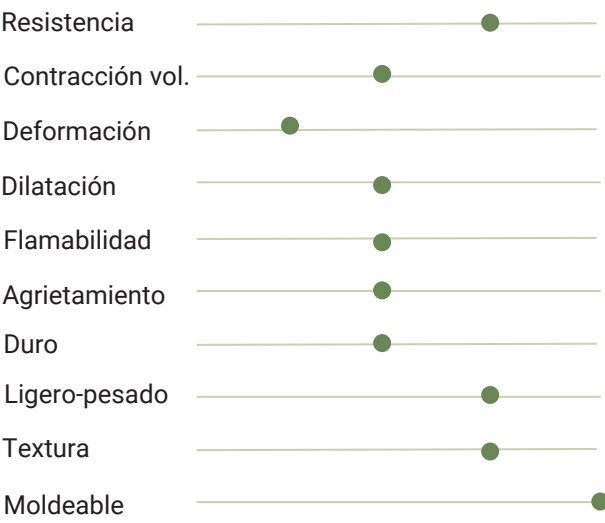
M - 0 2

Ingredientes

- 148gr de viruta (pulido de madera)
- 60mL de agua
- 10gr de grenetina
- 5mL de vinagre
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que se desmorona por el tipo de relleno que se usó, su volumen se conservó casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 12hrs si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo arde con más facilidad que la muestra anterior por el tipo de viruta. Si se deja expuesta a la flama se consume aproximadamente en 5min.
- Se puede moldear con cualquier forma que se desee, tiene una textura rugosa, es una muestra medianamente dura y su color se conserva más que la muestra M-01.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.

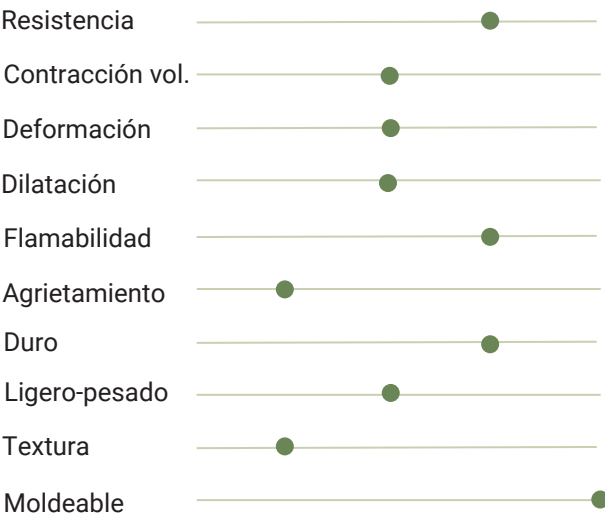
M - 0 3

Ingredientes

- 163gr de aserrín (pulido de madera)
- 60mL de agua
- 10gr de grenetina
- 5mL de bicarbonato
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento ni se desmorona por el tipo de relleno que se uso, su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 48hrs aproximadamente si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra, se observa como solo se quema en el exterior, se apaga inmediatamente y se crea un tipo de carbón.
- Se puede moldear con cualquier forma que se desee, tiene una textura lisa, es una muestra dura y resistente, su color original del aserrín se oscurece al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.

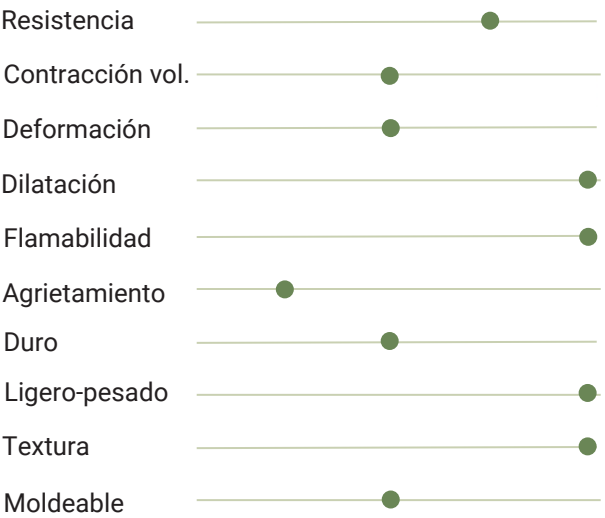
M - 0 4

Ingredientes

- 55gr de viruta (corte de madera)
- 60mL de agua
- 10gr de grenetina
- 5mL de bicarbonato
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

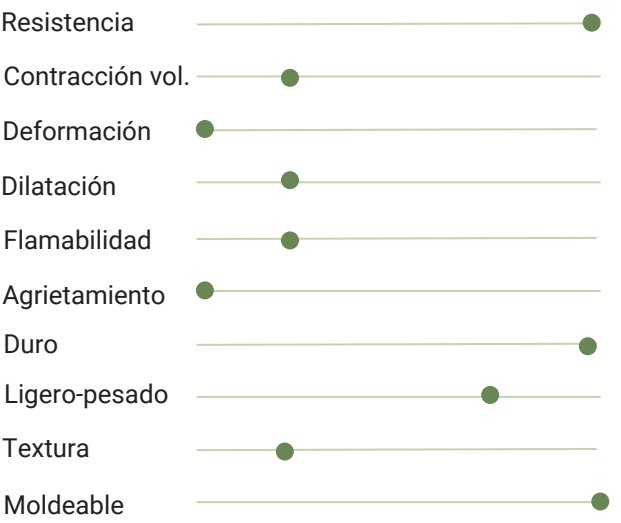
- En esta prueba se pudo observar que no sufrió agrietamiento ni deformación y conservó su volumen inicial.
- Al someterla a la prueba de dilatación sufre transformación inmediata, absorbe el agua y se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo arde inmediatamente por el tipo de viruta.
- Al aplicarle fuerza de carga esta fue una de las pruebas más óptimas, ya que al realizar esta acción lo que sucede es que las partículas de aire se van eliminando y se compacta el relleno.
- No se puede moldear con facilidad, tiene una textura particular por la forma de la viruta.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.
- Esta muestra es descartada debido a que no cumple con los criterios para usarlo en elementos decorativos.

M - 0 5

Ingredientes
157gr de aserrín (pulido de madera)
60mL de agua
2gr de agar agar
5mL de vinagre
4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento ni se desmorona por el tipo de relleno que se uso, su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 48hrs aproximadamente si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra.
- Se puede moldear con cualquier forma que se desee, tiene una textura lisa, es una muestra dura y resistente, su color original del aserrín se oscurece al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.
- Es la prueba más optima considerando el relleno y los ingredientes de la resina.

M - 0 6

Ingredientes
157gr de viruta (pulido de madera)
60mL de agua
2gr de agar agar
5mL de vinagre
4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento y su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 24hrs aproximadamente, si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra.
- Se puede moldear con facilidad, tiene textura mas rugosa, es una muestra dura y resistente, su color natural se oscurece cuando se le agrega la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.
- Se considera que es de las muestras más óptimas por sus cualidades.

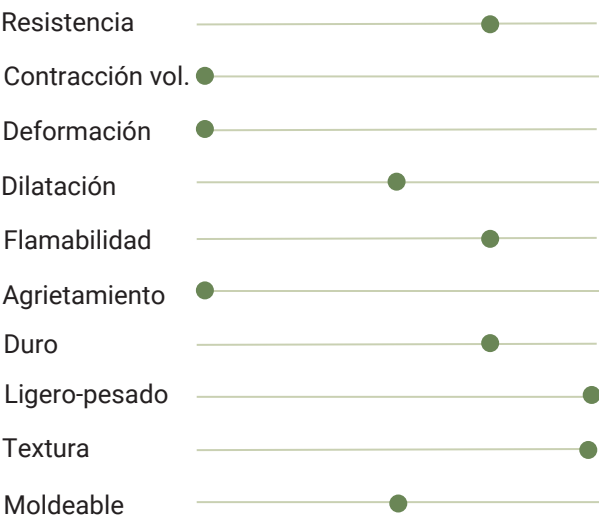
M - 0 7

Ingredientes

- 157gr de aserrín (corte de madera)
- 60mL de agua
- 2gr de agar agar
- 5mL de bicarbonato
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento y su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 6hrs aproximadamente si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra.
- Por el tipo de relleno no se puede moldear con facilidad, tiene textura mas rugosa, es una muestra dura y resistente, su color original del aserrín se conserva al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.
- Por el uso que se le desea dar al biocompuesto esta muestra se descarta debido a que por la forma del relleno no se puede moldear.

M - 0 8

Ingredientes

- 157gr de viruta (pulido de madera)
- 60mL de agua
- 2gr de agar agar
- 5mL de bicarbonato
- 4mL de glicerina
- 5gr de pigmento natural de limón



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

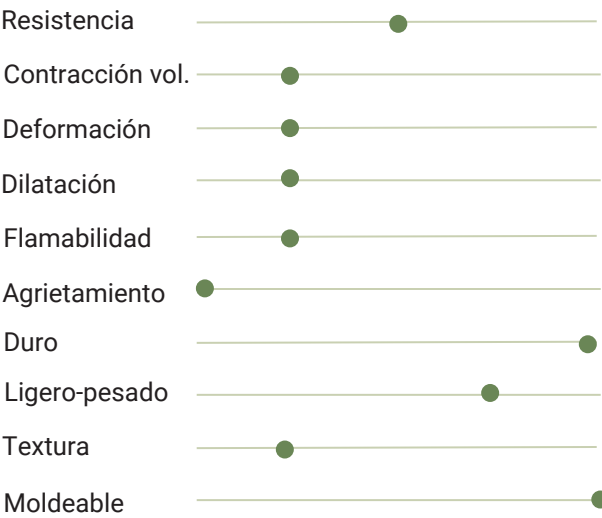
- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento y su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 24hrs aproximadamente si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra.
- Se puede moldear con facilidad, tiene textura mas rugosa, es una muestra dura y resistente, en este caso se agrego pigmentación natural y se puede observar como si cambia el color natural del relleno.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.
- Se considera que es de las muestras más óptimas por sus cualidades, esto fue resultado de la variación de los ingredientes de la resina.

M - 0 9

Ingredientes

- 157gr de viruta (pulido de madera)
- 60mL de agua
- 6gr de glucosa
- 5mL de vinagre
- 4mL de glicerina

CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

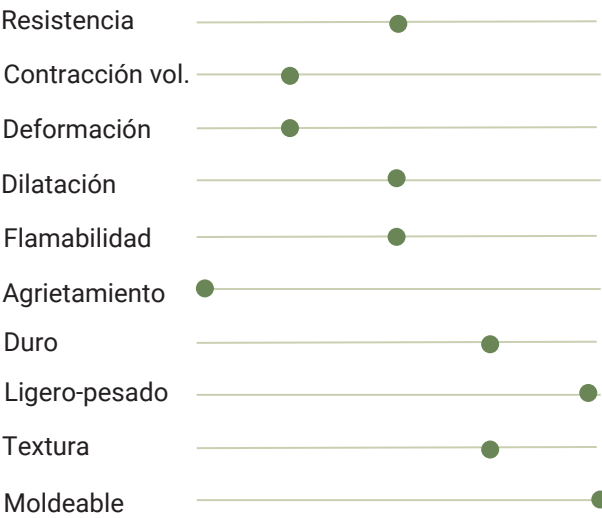
- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento ni se desmorona por el aglutinante e hidratante que se le agrego, su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación no sufre transformación inmediata, solo absorbe el agua y después de 24hrs aproximadamente si se manipula directamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo esta no entra directamente en la muestra.
- Se puede moldear con cualquier forma que se desee, tiene una textura lisa, es una muestra dura y resistente, su color original del aserrín se oscurece al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno.

M - 1 0

Ingredientes

- 157gr de viruta (pulido de madera)
- 60mL de agua
- 6gr de glucosa
- 5mL de vinagre
- 4mL de glicerina

CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento ni se desmorona por el aglutinante e hidratante que se le agrego, su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación sufre transformación casi inmediata, absorbe el agua y después de 30 min. aproximadamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo sufre reacción y comienza a arder.
- Se puede moldear con cualquier forma que se desee, tiene una textura rugosa, es una muestra medianamente dura y resistente, su color original de la viruta se conserva al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno, es una muestra muy ligera.

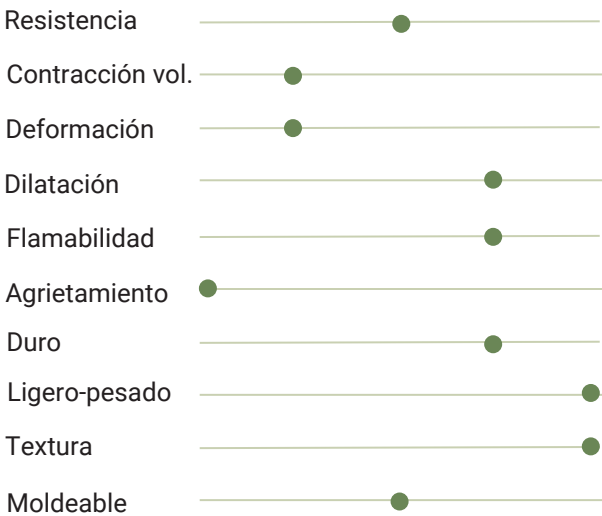
M - 1 1

Ingredientes

- 157gr de viruta (corte de madera)
- 60mL de agua
- 6gr de glucosa
- 5mL de bicarbonato
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- En esta prueba se pudo observar que no sufre agrietamiento ni se desmorona por el aglutinante e hidratante que se le agrego, su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación sufre transformación casi inmediata, absorbe el agua y después de 15 min. aproximadamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo sufre reacción y comienza a arder.
- Por el tipo de relleno se moldea con dificultad, tiene una textura rugosa, es una muestra medianamente dura y resistente, su color original de la viruta se oscurece al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno, es una muestra muy ligera.

M - 1 2

Ingredientes

- 157gr de viruta (corte de madera)
- 60mL de agua
- 6gr de glucosa
- 5mL de bicarbonato
- 4mL de glicerina



CARACTERÍSTICAS



OBSERVACIONES

- Esta muestra tuvo un comportamiento y características muy similares a la anterior, ya que el tipo de relleno es muy parecido, no sufre agrietamiento ni se desmorona por el aglutinante e hidratante que se le agrego, su volumen se conservo casi intacto respecto al molde.
- Al someterla a la prueba de dilatación sufre transformación casi inmediata, absorbe el agua y después de 15 min. aproximadamente se empieza a desintegrar la muestra.
- Cuando se expone a la llama de fuego directo sufre reacción y comienza a arder.
- Por el tipo de relleno se moldea con dificultad, tiene una textura rugosa, es una muestra medianamente dura y resistente, su color original de la viruta se oscurece al agregarle la resina.
- Su peso se redujo considerablemente respecto al peso inicial del relleno, es una muestra muy ligera.

Resultado de primeras experimentaciones



FIG. 104 Protocolo de pruebas de experimentación



V (p) + Ag + A + V + Gli

A (p) + Ag + A + B + Gli

A (p) + Ag + A + B + Gli

S I M B O L O G I A

V(co)	Viruta (corte de madera)
V (ce)	Viruta (cepillado de madera)
V (p)	Viruta (pulido de madera)
A (co)	Aserrín (corte de madera)
A (ce)	Aserrín (cepillado de madera)
A (p)	Aserrín (pulido de madera)
A	Agua
V	Vinagre natural
B	Bicarbonato de sodio
Gl	Glucosa
Ag	Agar agar
Gr	Grenetina
Gli	Glicerina

FACTORES A CONSIDERARSE PARA LA ELECCIÓN DE PRUEBAS

- Disponibilidad del material e ingredientes
- Economía
- Accesibilidad a los ingredientes
- Pruebas caseras (información de características)
- Granulometría y molienda del relleno

CONCLUSIÓN DE EVALUACIÓN DE PRUEBAS

Resistencia

La resistencia se midió de acuerdo al uso que se le quiere dar, las muestras que mas resistieron fueron las de granulometría más pequeña y las que se aglutinaron con agar agar.

Por otro lado se realizaron pruebas de laboratorio para conocer su capacidad de carga, esta información no se desarrollará debido a que los alcances de este trabajo están delimitados al uso de este material para elementos decorativos y de diseño.

La capacidad de carga que tuvieron algunas de las muestras varían de entre 4.06kg/cm2 a 17.9kg/cm2, se observó que las muestras que tienen partículas más grandes fueron las que mas soportaron, ya que al aplicarles la carga solo se fueron eliminando las partículas de aire y comprimiendo las partículas del aserrín.



FIG.105 Prueba de compresión (aserrín pulido)



FIG.106 Prueba de compresión (viruta pulido)



FIG.107 Prueba de compresión (aserrín corte)



FIG.108 Prueba de compresión (viruta corte)

CONTRACCIÓN VOLUMÈTRICA

En la mayoría de las pruebas no hubo contracción de volumen considerable. Se pudo observar que las que tuvieron la contracción mínima al secarse fueron las muestras que se hicieron con el aserrín más fino.

DEFORMACION

Las muestras realizadas no presentan deformación considerable, entre mejor quede compactada mas difícil será de que sufra este fenómeno.

HUMEDAD-DILATACION

Esta prueba se realizó con el fin de observar su comportamiento ante la presencia de humedad, incluso puede dar un panorama general de su desgaste con el paso del tiempo.

La muestra fue colocada directamente en un recipiente con agua, en todos los casos el material tuvo la capacidad de flotar, durante el transcurso del tiempo se va hidratando y absorbiendo el agua, aun estando totalmente hidratado no pierde la capacidad de flotar.

Las muestras de viruta y aserrín con formas mas grandes, al tener contacto con el agua duran aproximadamente 30 min en separarse sus partículas y desmoronarse por completo; sin embargo, las muestras hechas con aserrín y viruta mas finas conservan su forma original aun pasando 24 horas, el fenómeno que se observa es que se hidrata por completo y al manipularlo puede desmoronarse, a estas alturas el material se puede reutilizar con solo dejarlo en un proceso de secado. Pasando aproximadamente 48 horas, la muestra de comienza a dilatar hasta llegar a un punto de perder totalmente su forma inicial.

Muestras de aserrín pulido: muestra con mayor resistencia a la humedad.

Muestras de viruta fina: muestra con media resistencia, absorbe mas agua por su configuración.

Muestras de viruta con formas mas grandes: facilidad de separación de partículas, en cuestión de minutos.



FIG.109 Prueba de humedad a muestras

TEMPERATURA

Se sometieron a dos pruebas de temperatura, expuesta al sol y aplicándole fuego directamente, los resultados fueron los siguientes.

Solar: se dejó la muestra durante 8 horas expuesta al sol y no presentó ningún cambio en su aspecto, forma y resistencia, por lo que se concluye en que es tolerable a la exposición solar.

Fuego: se le aplicó directamente fuego y lo que se pudo observar fue que las muestras que se realizaron con relleno fino tardaron más tiempo en mantener estable la llama (1min aprox.), pero no arde como tal en llamas, solo mantiene el fuego encendido sobre sí mismo. Por otro lado las muestras hechas con relleno más grande ardían en llamas en pocos segundos (10seg aprox.). Por lo que se concluye que el mejor relleno en cuestión de pruebas de temperatura son los más finos, ya que quedan más comprimidos y es más difícil que el fuego entre en sus espacios partículas de aire.



FIG.110 Prueba de temperatura a muestras

AGRIETAMIENTO

En estas pruebas se pudo evitar el agrietamiento agregándole más hidratante a la mezcla.

DUREZA

El material se considera lo suficiente duro para el uso que se le dará.

LIGERO-PESADO

El peso de las muestras disminuye al estar totalmente compactado y seco. Esta característica se aprovecha para pensar en sus aplicaciones.

TEXTURA

La textura dependerá siempre del tipo de relleno que se utilice, se tiene la libertad de elección de ella dependiendo de lo que se desee.

MOLDEABLE

Se tiene la libertad de moldearlo con la forma que se desee, sin embargo, existen limitaciones cuando se utiliza aserrín y viruta con formas más irregulares y grandes.

CONCLUSIONES

El filtro-relleno que presento las mejores características fue el aserrín y viruta del pulido, debido a que este tiene sus partículas más pequeñas, por lo tanto al momento de compactarse quedan más unidas, el relleno que tiene una configuración más grande y porosa presenta más cualidades en cuanto a resistencia, debido a que los materiales porosos dan la resistencia porque al aplicarles la fuerza se van compactando las partículas de aire.

De acuerdo al uso que se le desea dar al material se usará el aserrín y viruta que tengan sus partículas más pequeñas, ya que por el uso que se le desea no es necesario que cumpla con los valores de resistencia de carga y compresión.

De acuerdo a la experimentación se concluye que el mejor aglutinante de la mezcla, considerando factores como el origen, precio, resistencia, entre otros es el agar agar, ya que en base a las pruebas realizadas, las muestras que se realizaron con este ingrediente presentaron las características más óptimas; sin embargo, se deja la posibilidad abierta a utilizar los demás ingredientes si son con los que se cuenta en el momento.

De los demás ingredientes el protagonismo se le asigna a la cantidad de estos que se le agregará, es importante mencionar que no es necesario agregar material demás, con la proporción indicada es más que suficiente.

Las pruebas más especializadas que se hicieron fueron con el fin de conocer las características del material para poder partir a pensar en sus posibilidades de uso.

Características y bondades del material

- **Moldeable**

Tiene la capacidad de adaptarse a la forma que se le desee, esto será mediante moldes.

- **Cortable-grabado**

Puede ser cortado con láser o con herramientas tradicionales de la manera que se desee.

- **Perforable**

También puede ser perforado con herramientas como taladro, clavo, etc.

- **Reciclable**

Su principal característica y bondad es que es un material reciclable, es decir, se integra naturalmente a la naturaleza sin contaminar el medio ambiente.

- **Ligero**

En base a las pruebas que se hicieron sobre el peso del material se considera que es muy ligero comparado con un volumen sólido de madera, su peso se reduce considerablemente estando compactado.

- **Textura**

La textura dependerá del tipo de relleno-filtro que se use para elaborar el biocompuesto, sin embargo, en cualquiera de sus formas tendrá una textura especial.

- **Color**

Una de sus bondades es que se le puede agregar color, preferiblemente a base de pigmentos naturales, aún así no se descarta la posibilidad de agregar pigmentos artificiales.

- **Capacidad de carga**

Debemos considerar la capacidad de carga dependiendo del uso que se le quiera dar, es una de sus características más importantes debido a que se puede dar un uso mas industrial e incluso constructivo, sin embargo es importante mencionar que los alcances de este trabajo de tesis están limitados a elementos de diseño y decorativos.



FIG. 111 Grabado láser



FIG. 112 Pigmento natural



FIG. 113 Cortado, grabado, perforado



FIG. 114 Texturas y colores naturales

Caracterización material

Es necesario dar una caracterización del material para que sea el punto de partida de investigaciones e iteraciones futuras. La caracterización del material es determinar los atributos peculiares del mismo que lo distinga de los demás, es un proceso en el que se estudian sus propiedades morfológicas y funcionales, el objetivo es conocer información sobre sus compuestos, por ejemplo: grado de resistencia, fiabilidad, posibles aplicaciones, estimar tiempo de vida útil, comportamientos, entre otros. Al obtener esta información que nos brinda el material podemos tomar decisiones sobre el y tratar de mejorarlo, tanto en el producto como en el proceso de elaboración.

Para caracterizar este material se hace basándonos en Material Driven Design Method como se menciona en la parte metodológica. Este proceso de diseño industrial se aplica directamente al biomaterial realizado ya que es un modelo que incorpora conceptos de calidad percibida por el usuario, desde una perspectiva funcional como sensorial.

Es un proceso proyectual donde el material influye sobre la realización de un producto, colocando el centro de desarrollo la percepción material, táctil y sensorial como elemento diferenciador frente a su competencia (Alarcón, et al, 2020).

Por lo tanto, ya obteniendo un producto, en este caso es un biocompuesto de residuos de madera aglutinado con resina natural, podemos comenzar a pensar en sus posibilidades de aplicación en el campo del diseño y arquitectura. Al pensar en sus posibles usos y aplicaciones, tenemos la libertad de seguir explorando con el material y explotar sus cualidades, de igual manera se puede seguir mejorando de acuerdo al uso que se le quiera dar. A continuación se enlistan las oportunidades desarrolladas a base de la caracterización de este material:

- Procesos de identificación y recolección de materias primas e ingredientes.
- Experimentación con ingredientes para mejorar la mezcla del biocompuesto.
- Posibilidades de procesos de trabajo.
- Características que se le pueden dar al material de acuerdo a lo que se desee.
- Identificación de atributos peculiares del material.
- Comportamiento en base a las pruebas que se le realicen.
- Elección de los mejores materiales para mejorar la eficacia en las tareas de diseño y fabricación.
- Eficiencia en los procesos productivos.
- Posibilidades de utilización aplicadas en la arquitectura.



CARACTERIZACIÓN

Características y comportamiento para elegir los mejores materiales y mejorar la eficacia de las tareas de diseño y fabricación.

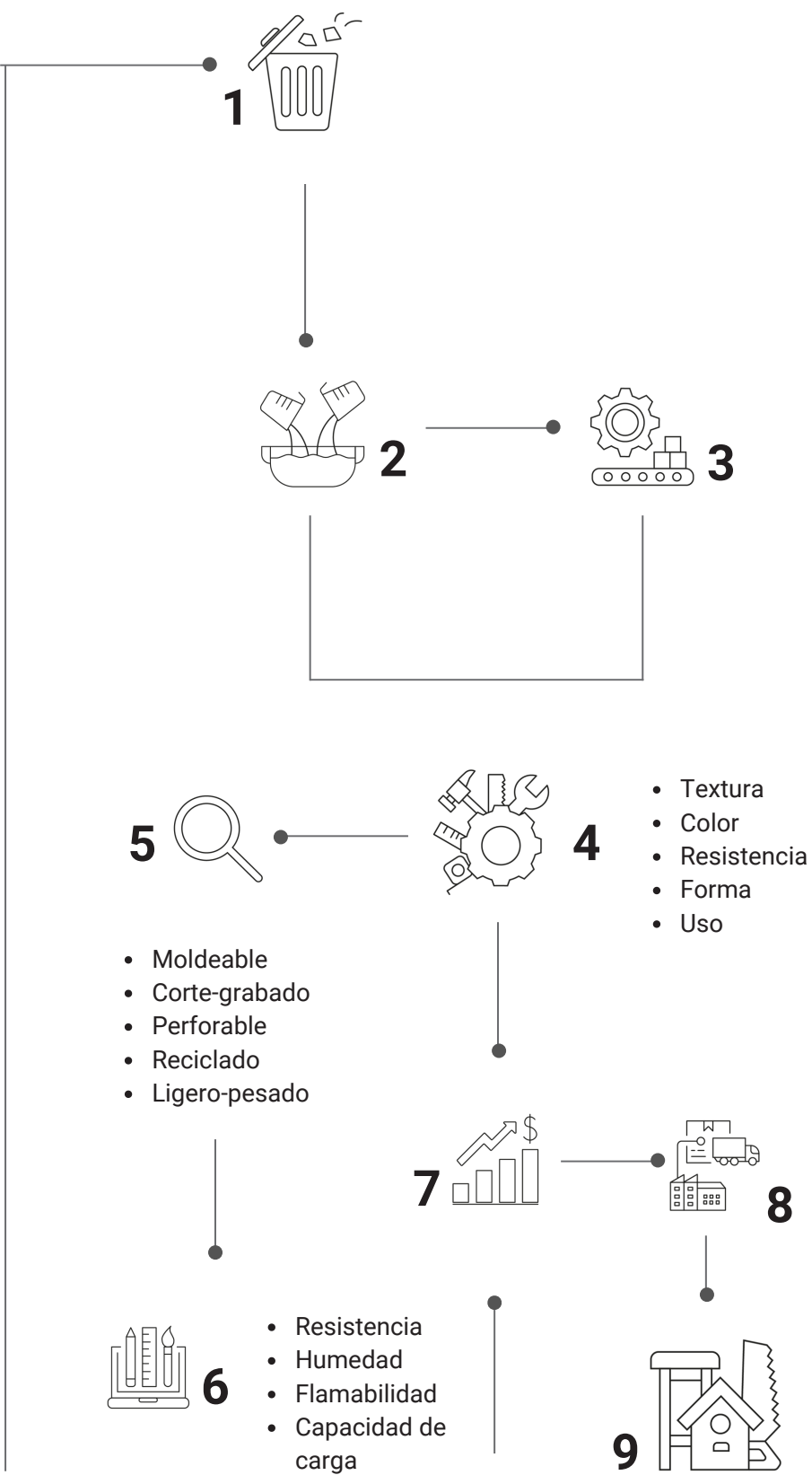


FIG. 115 Oportunidades desarrolladas a base de la caracterización de este material

Al tener planteado la caracterización de este material y teniendo presente que, uno de los objetivos es impulsar la economía local de la zona estudiada aprovechando los residuos generados de la fuente principal de trabajo (producción de madera y mueblera); podemos establecer un costo del producto, cuantificando desde los de métodos de trabajo hasta el costo unitario de cada ingrediente.

El precio se hará de la muestra mas optima (**aserrín + agua + agar agar + bicarbonato + glucosa + glicerina**) de un volumen de 125cm3, considerando que se producirá de manera casera y con los desperdicios locales.

A continuación se desglosan los conceptos con su precio aproximado (el precio puede variar dependiendo de dónde se consigan los ingredientes y de la economía actual).

COSECHA

Para obtener nuestra materia prima, que son los residuos de madera, basta con abastecernos de los establecimientos en los que se generan, de acuerdo a la experiencia que se tiene de la relación con este tipo de negocios se hace un aproximado de lo que costaría el metro cubico del material.

- Aserraderos: \$150
- Madererías: \$120
- Carpinterías: \$100

Con esta información se saca un promedio de lo que podría ser el costo y se concluye en que el metro cúbico costaría \$125.00

PROCESADO

El proceso de preparación del material principalmente es secarlo y tamizarlo para desechar partículas como basura u otras que no sean aserrín o viruta.

MEZCLA

En la siguiente tabla se muestran las cantidades y precios para realizar la resina necesaria para una muestra de 5x5x5cm

Ingrediente	Precio	Cantidad	Precio unitario
agua	1.9/L	60mL	\$ 0.11400
agar	1158/Kg	2gr	\$ 2.31600
glucosa	48/Kg	5gr	\$ 0.24000
glicerina	147/L	4mL	\$ 0.58800
bicarbonato	26.5/Kg	5gr	\$ 0.13250
Total=			\$ 3.39

NOTA: los precios y disponibilidad de los materiales e ingredientes están sujetos a modificaciones dependiendo de la temporalidad, ubicación donde los encontramos; pueden tener modificaciones sin previo aviso.

TAB.1.3 Precio unitario de ingredientes

PRODUCCIÓN

Para sacar el precio unitario de la producción se deben considerar los tiempos necesarios para cocinar el aglutinante, para mezclar el material, para moldear y el tiempo de secado. Este valor se excluye del total del costo del material debido a las variables que influyen. También dependerá de quien realice la producción, así que se deja libre este valor.

PRECIO TOTAL DE LA MEZCLA

El precio total de la mezcla se determinará únicamente por la suma de los precios unitarios de los ingredientes necesarios para realizarlo. El valor del proceso y producción están excluidos de este valor.

Relleno (aserrín o viruta) de entre 140gr a 160 gr por molde de 5x5x5cm= **\$0.022**

Resina natural para molde de 5x5x5cm= **\$3.39**

TOTAL= \$0.022 + \$3.39= \$3.41

VALOR AGREGADO

El valor será la utilidad adicional que tiene el material consecuencia de haber sufrido un proceso de transformación, también se integrara el valor agregado generado por el diseño final de los productos y la demanda de ellos. Este valor dependerá del mercado al que este dirigido el producto; se recomienda que este valor sea mas del 15% del precio final del producto, este valor lo definirá el productor.

PRECIO TOTAL DEL MATERIAL

((Material + producción + valor agregado) / valor agregado)

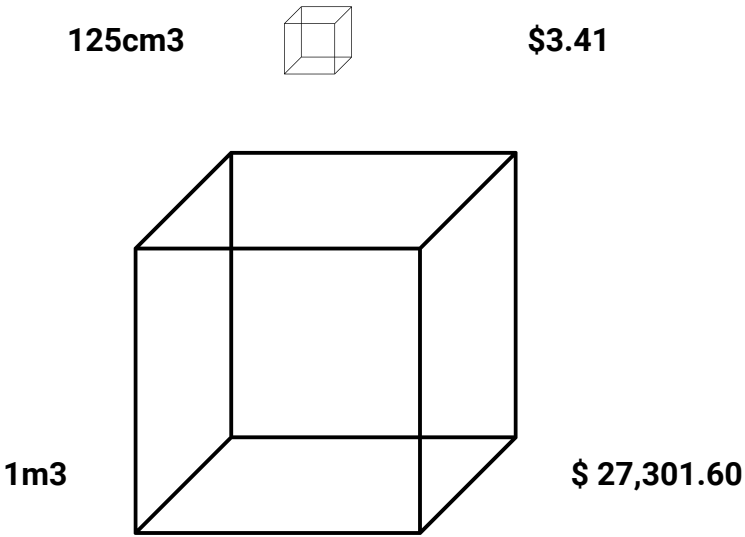


FIG. 116 Precio del material por m3

POTENCIALIZAR EL MATERIAL

Se plantea potencializar el material para que no pierda su particularidad y se distinga de los demás mercados, con la finalidad de impactar en la economía de la zona estudiada. Para llevar este proceso a cabo se deben tener presente los siguientes factores:

- Inversión de tiempo y dinero en el desarrollo de productos innovadores en el campo del diseño en la arquitectura.
- Asegurarse de que la propuesta sea factible, en cuanto a métodos y procesos de trabajo como en calidad del producto.
- Someter el producto al juicio del mercado, es decir, probar el producto con personas interesadas que aporten ideas de cómo mejorarlo, critiquen algunas características y reconozcan sus atributos. De esta manera, se obtienen impresiones que podrían ayudar a modificar el producto para resaltar sus cualidades y corregir sus defectos.
- Evaluar la demanda, se deben tener presentes los posibles escenarios tanto negativos como positivos para estar preparados ante cualquier situación.
- Elaborar un plan de lanzamiento y comercialización efectivo, se debe hacer en base al mercado en donde se ubicará, se deben utilizar las herramientas necesarias para impulsar su valor.

Cabe mencionar que los puntos anteriormente mencionados deben tener un enfoque local y que este a la disposición de cualquier persona. Se trata de darle valor a un nuevo material desarrollado a base de desperdicios, es decir, aprovechar los mismos y generar una economía circular con oportunidades para la sociedad.

En el siguiente diagrama se trata de interpretar la transformación del ciclo de vida del recurso natural (madera), es decir, se convierte de basura en materia prima de una nueva materialidad, tratando de integrar este material al medio ambiente sin tener un impacto negativo. A la par del ciclo de vida del biomaterial se propone un modelo de economía circular, tratando de eliminar y aprovechar los residuos en la zona, impulsando generar una economía local al alcance de cualquier persona, así como la potencialización del material.

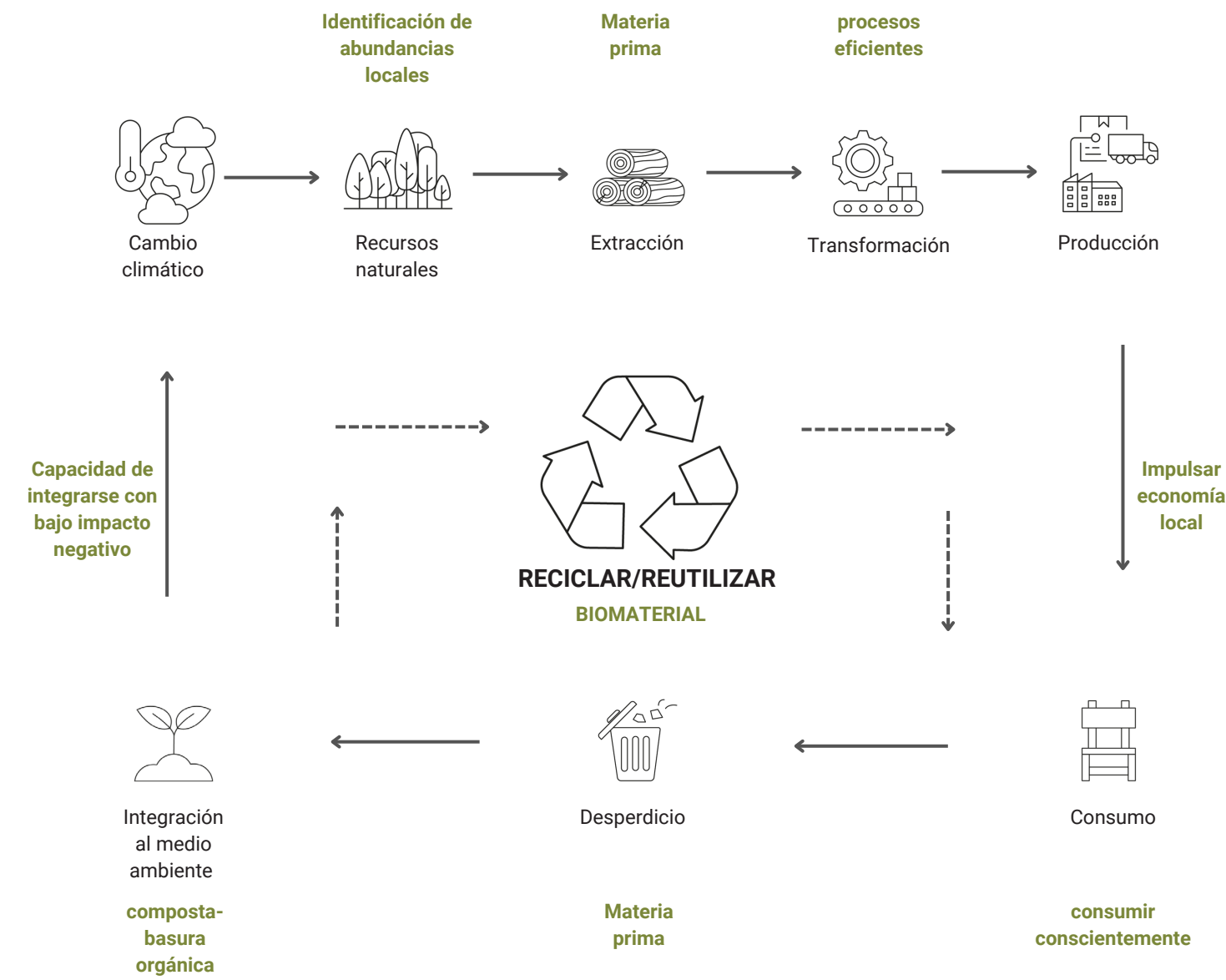


FIG.117 Proceso de transformación de la madera integrando el desarrollo de un biomaterial

LOGO DE IDENTIDAD

Como parte complementaria de potencializar el material se piensa en la identidad del bio-compuesto mediante un logo, el cual es diseñado de tal manera que se mantenga un vínculo entre el material y su aplicación.

El logo esta compuesto por dos hexágonos que surgen del diseño de los elementos decorativos creados, se asigna el nombre de "CAUB" que son las iniciales de la diseñadora del material.

Esta propuesta de "branding" mostrada a continuación tiene la finalidad de aportar a la potencialización del material dejando abierta las posibilidades de un emprendimiento local que pretende diferenciarse de otros productos y materiales de la misma naturaleza.

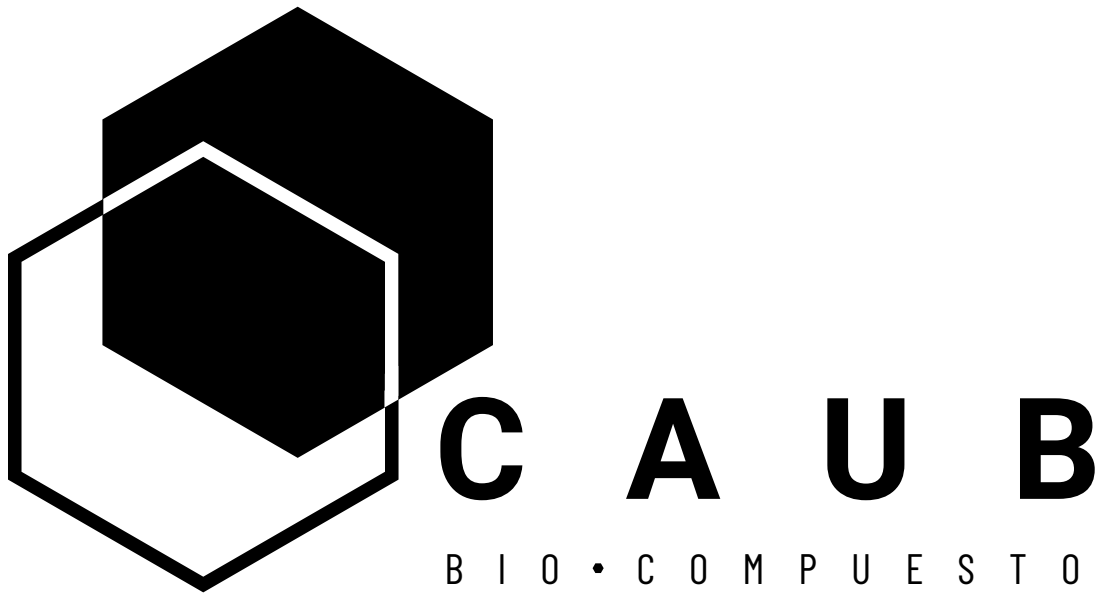


FIG.118 Logo de biomaterial de residuos de madera CAUB



FIG.119 Logo CAUB grabado en laser sobre material

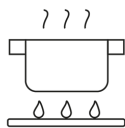


FIG.120 Propuesta de empaquetado de paneles decorativos de biomaterial

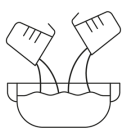


BIOMATERIAL

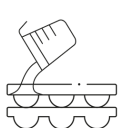
ASERRÍN-VIRUTA | AGAR AGAR



COCCIÓN
10min aprox.



MEZCLA
5min aprox.



MOLDEADO
15min aprox.



SECADO
12hr aprox.

Material: cocina, estufa, bascula gramera, jeringa, sarten, taza medidora, tupper para integrar la mezcla, cuchara, colador, guantes de latex.

INGREDIENTES

	Unidad	Cantidad
Aserrín/viruta	gr	95%
Agua	mL	3.9%
Agar agar	gr	0.3%
Bicarbonato	gr	0.3%
Glucosa	gr	0.3%
Glicerina	mL	0.3%
Pigmento natural	gr	cantidad libre

PROCESO

1. Seleccionar el relleno (aserrín-viruta) con el que se desee trabajar.
2. Hidratar el agar agar con agua tibia (dejarlo así en lo que se preparan los demás ingredientes de la resina).
3. Caliente el agua e integre el bicarbonato.
4. Incorporar la glicerina y glucosa
5. Cocine a fuego medio sin dejar de mover con la cuchara hasta que quede una mezcla homogénea y un poco espesa.
6. Agregar la mezcla preparada al aserrín-viruta e incorporarlo hasta que todo quede perfectamente hidratado.
7. ntegrar el pigmento natural si así lo desea.
8. Verter la mezcla en el molde y esperar el tiempo de secado.

NOTA: los ingredientes están en proporciones (%) debido a que la cantidad exacta dependerá del tamaño de la muestra o elemento a realizar.

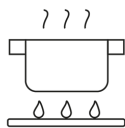
El tiempo de secado dependerá de la temperatura del ambiente y del lugar en donde se prepare el biocompuesto.

@carlaanaíurbinabaca

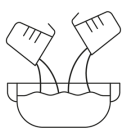
FIG.121 Paneles decorativos de biomaterial a base de residuos de madera con resina natural

BIOMATERIAL

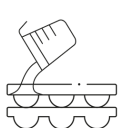
ASERRÍN-VIRUTA | GRENETINA



COCCIÓN
10min aprox.



MEZCLA
5min aprox.



MOLDEADO
15min aprox.



SECADO
12hr aprox.

Material: cocina, estufa, bascula gramera, jeringa, sarten, taza medidora, tupper para integrar la mezcla, cuchara, colador, guantes de latex.

INGREDIENTES

	Unidad	Cantidad
Aserrín/viruta	gr	94.7%
Agua	mL	3.9%
Grenetina	gr	0.6%
Bicarbonato	gr	0.3%
Glucosa	gr	0.3%
Glicerina	mL	0.3%
Pigmento natural	gr	cantidad libre

PROCESO

1. Seleccionar el relleno (aserrín-viruta) con el que se desee trabajar.
2. Hidratar la grenetina con agua tibia (dejarlo así en lo que se preparan los demás ingredientes de la resina).
3. Caliente el agua e integre el bicarbonato.
4. Incorporar la glicerina y glucosa
5. Cocine a fuego medio sin dejar de mover con la cuchara hasta que quede una mezcla homogénea y un poco espesa.
6. Agregar la mezcla preparada al aserrín-viruta e incorporarlo hasta que todo quede perfectamente hidratado.
7. Integrar el pigmento natural si así lo desea.
8. Verter la mezcla en el molde y esperar el tiempo de secado.

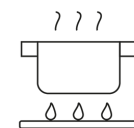
NOTA: los ingredientes están en proporciones (%) debido a que la cantidad exacta dependerá del tamaño de la muestra o elemento a realizar.
El tiempo de secado dependerá de la temperatura del ambiente y del lugar en donde se prepare el biocompuesto.

@carlaanaíurbinaBaca

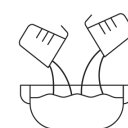
FIG.122 Paneles decorativos biocompuesto

BIOMATERIAL

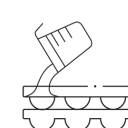
ASERRÍN-VIRUTA | GLUCOSA



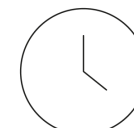
COCCIÓN
10min aprox.



MEZCLA
5min aprox.



MOLDEADO
15min aprox.



SECADO
12hr aprox.

Material: cocina, estufa, bascula gramera, jeringa, sarten, taza medidora, tupper para integrar la mezcla, cuchara, colador, guantes de latex.

INGREDIENTES

	Unidad	Cantidad
Aserrín/viruta	gr	94.7%
Agua	mL	3.9%
Glucosa	gr	0.6%
Bicarbonato	gr	0.3%
Glicerina	mL	0.3%
Pigmento natural	gr	cantidad libre

PROCESO

1. Seleccionar el relleno (aserrín-viruta) con el que se desee trabajar.
2. Caliente el agua e integre el bicarbonato.
3. Incorporar la glicerina y glucosa.
4. Cocine a fuego medio sin dejar de mover con la cuchara hasta que quede una mezcla homogénea y un poco espesa.
5. Agregar la mezcla preparada al aserrín-viruta e incorporarlo hasta que todo quede perfectamente hidratado.
6. Integrar el pigmento natural si así lo desea.
7. Verter la mezcla en el molde y esperar el tiempo de secado.

NOTA: los ingredientes están en proporciones (%) debido a que la cantidad exacta dependerá del tamaño de la muestra o elemento a realizar.

El tiempo de secado dependerá de la temperatura del ambiente y del lugar en donde se prepare el biocompuesto.

@carlaanaíurbinaabaca

FIG. 123 Diseño de paneles decorativos BIOMATERIAL



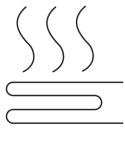
FIG.124 Pigmentos naturales a base de abundancias locales temporales

BIOMATERIAL

PIGMENTOS NATURALES



RECOLECCIÓN
10min aprox.



DESHIDRATADO
15min aprox.



MOLIDO
10min aprox.



LISTO
PARA
USARLO

Material: cocina, licuadora, deshidratador, estufa, mortero, cuchara, colador, guantes de latex, frasco para conservar.

OPCIONES DE PIGMENTOS NATURALES

	unidad
Flor de camelina	pétalos
Hojas de limón	hojas
Betabel	rayadura
Zanahoria	rayadura
Espinaca	hojas
Hoja seca de fresno	hojas

PROCESO

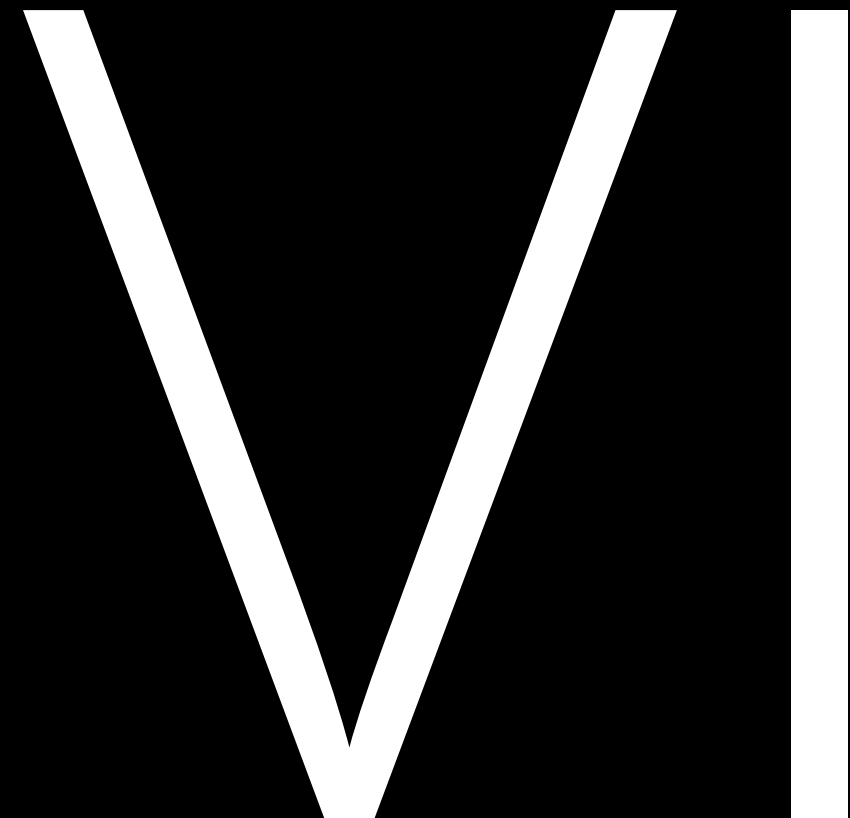
1. Identificar la abundancia natural del cual se pueda obtener un pigmento natural.
2. Recolectarlo y limpiarlo (si es alguna verdura se deberá picar en piezas finas y si son hojas o flores se deberán separar los pétalos y hojas).
3. El siguiente paso consiste en deshidratar (esta parte se puede hacer de manera natural expuesta al sol o deshidratarla en un microondas 10min aprox.)
4. Ya que este deshidratado se triturará (puede ser en un mortero de manera manual o en una licuadora o trituradora eléctrica).
5. Se dejará reposar unos minutos para después pasarlo a los frascos y estará listo para usarse.

NOTA: la cantidad de ingrediente dependerá de la cantidad de pigmento que se quiera obtener, es importante que considerar que la materia prima puede presentar gran volumen pero al deshidratarse si se reduce considerablemente.

La abundancia dependerá de la zona y temporalidad de donde se extraiga.
@carlaanaíurbinabaca

“La ciencia convierte la información en conocimiento”

Neri Oxman



RESULTADOS



APLICACIONES Y USOS

Derivado de la información que brindó este proceso de caracterización del material, surgen las posibilidades de usos y aplicaciones en el diseño y la arquitectura.

Surgen dos posibilidades de aplicaciones: objetos y paneles decorativos.

Para comenzar con un proceso de diseño de objetos decorativos se necesita primero conocer las características del material y así pensar en sus principales usos; esta información fue recabada mediante la manipulación del mismo, se pretende potenciar las cualidades del material y vincularlo con su origen y generar una economía local.

Se enlistan los objetos decorativos obtenidos a partir de la morfología derivada de las capacidades del material.

- Porta vasos
- Porta accesorios
- Cuadros decorativos
- Porta retratos
- Lámparas
- Espejos de tocador

Las imágenes mostradas a continuación son ejemplos de esta materialidad.



FIG.125 Porta vasos de residuos de madera



FIG.126 Diseño de porta accesorios de residuos de madera



FIG.127 Diseño de cuadros decorativos a base de residuos de madera



FIG.128 Diseño de porta retratos de residuos de madera



FIG.129 Lámpara de residuos de madera



FIG.130 Especulación de diseño de Lámpara de residuos de madera

Como producto de la caracterización del material es posible establecer las posibilidades de aplicaciones del bio-compuesto, en este caso en una escala más grande, en paneles decorativos para espacios arquitectónicos.

Es importante mencionar que el material no está limitado a ninguna aplicación, se ofrece la posibilidad de seguir experimentando y buscar nuevas características y aplicaciones.

Las imágenes encontradas a continuación nos muestran espacios diseñados con los paneles decorativos generados en este trabajo de tesis.



FIG.131 Paneles decorativos de residuos de madera

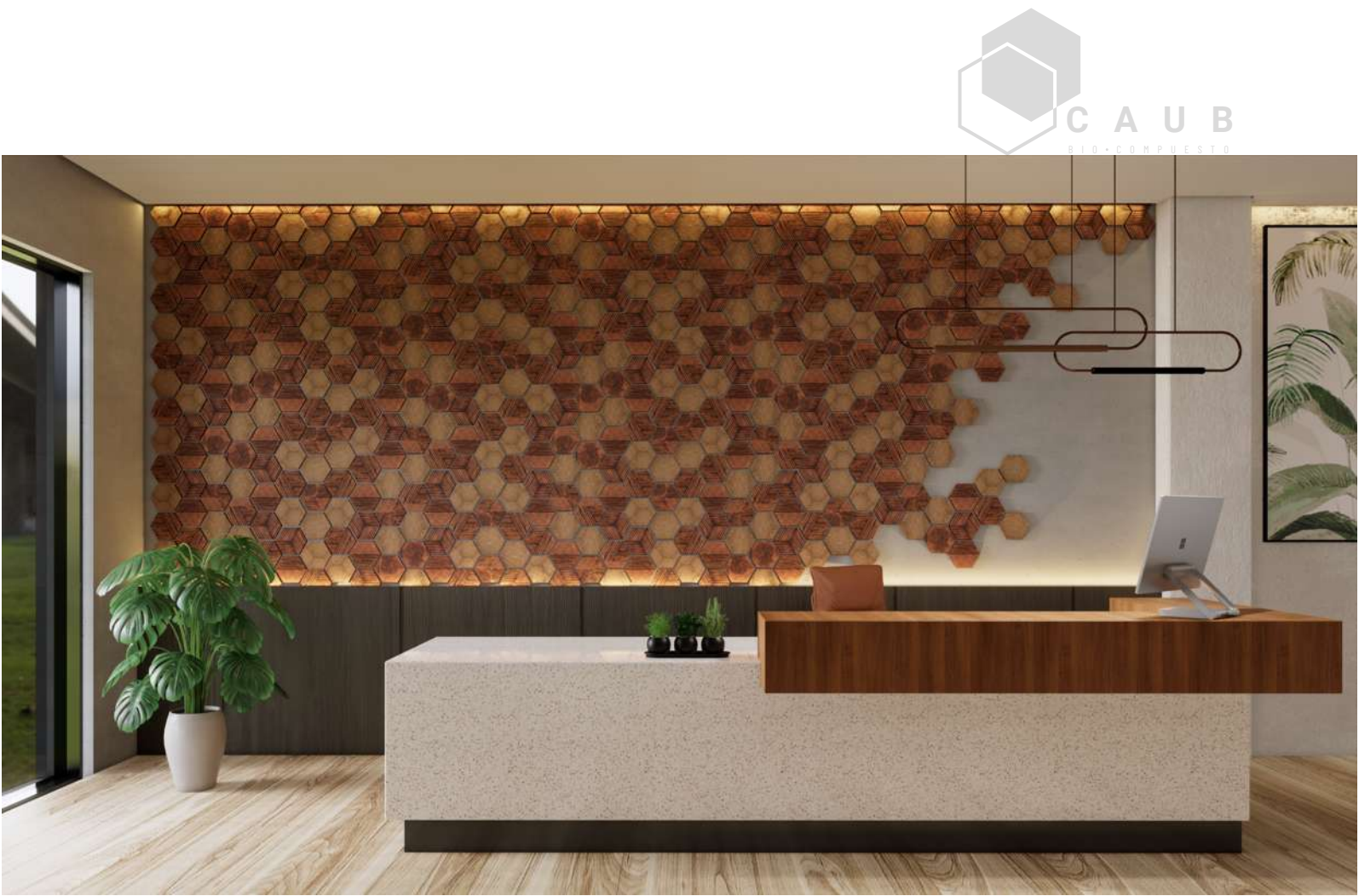


FIG.132 Especulación de diseño de Recepción con paneles decorativos de residuos de madera

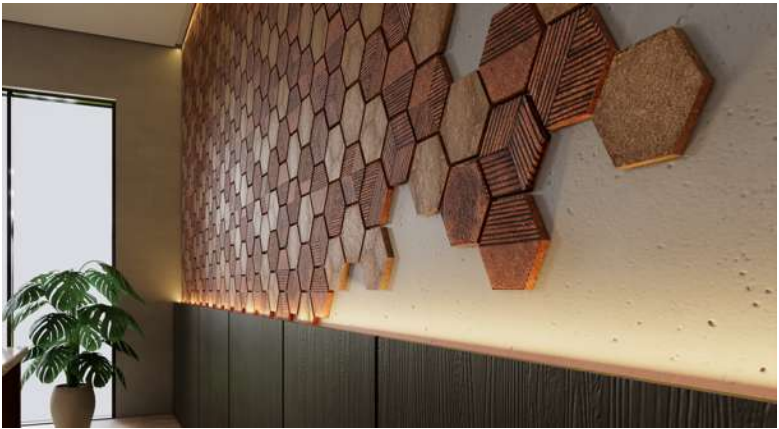


FIG.133 Paneles decorativos de residuos de madera



FIG.134 Paneles decorativos-biomaterial

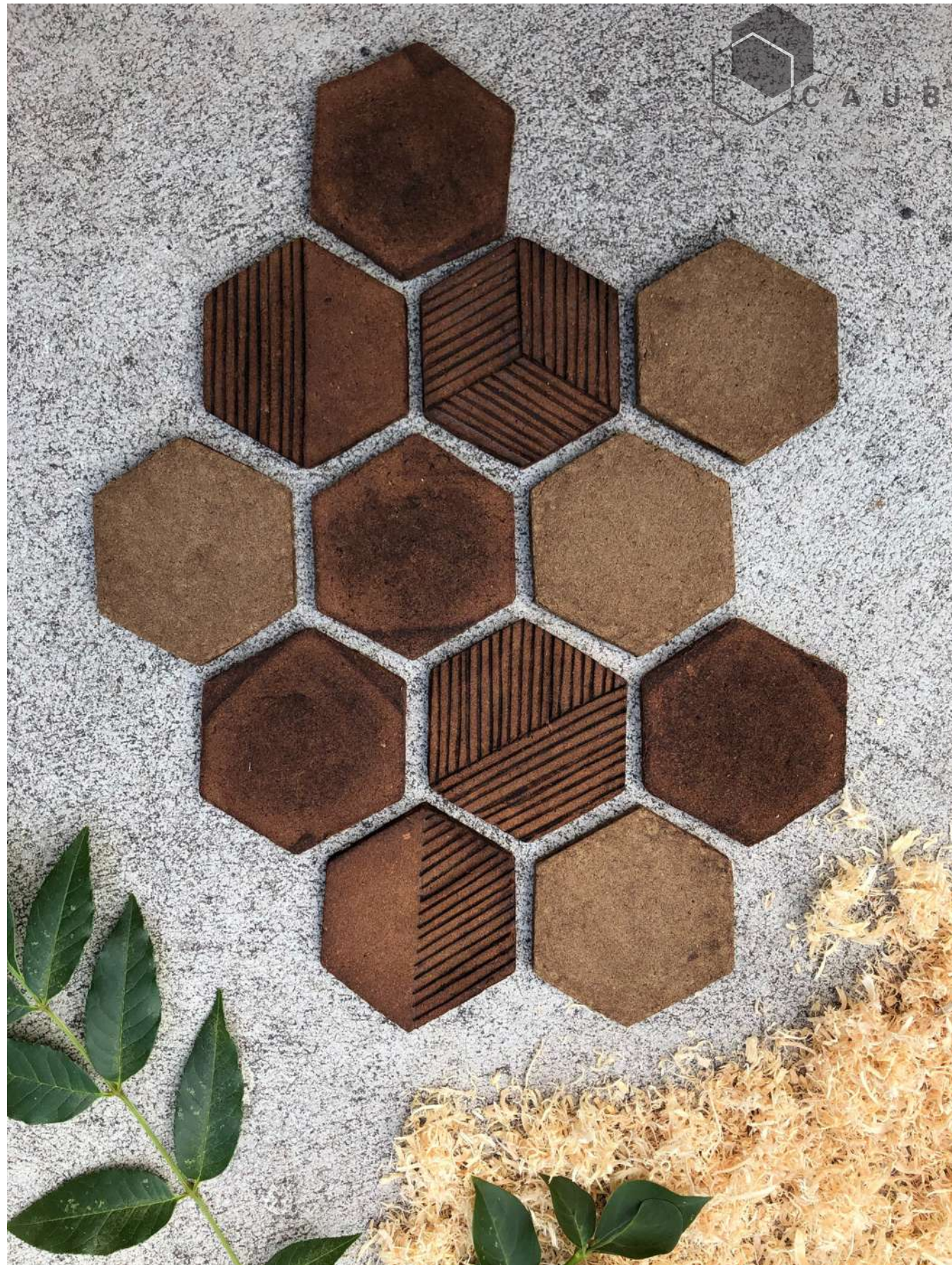


FIG.135 Paneles decorativos-biocompuesto



FIG.136 Diseño de recibidor con paneles decorativos de residuos de madera

REFLEXIONES FINALES

Este trabajo de tesis se desarrolló bajo un lineamiento de investigación a través de la experimentación para lograr obtener un biomaterial a base de residuos de madera provenientes de la actividad maderera de la región de Ciudad Hidalgo, Michoacán, ya que actualmente son considerados como desperdicios; por lo que a partir de este biocompuesto se abre una oportunidad para impulsar el modelo de economía circular.

Del proceso experimental dividido en tres etapas se obtuvo la información y características del material para seguir explorando nuevos materiales, como resultado se identifica aquel con las mejores cualidades, características y condiciones necesarias para el uso planteado inicialmente.

El resultado final es un bio-compuesto a base residuos de madera aglutinados con resina natural, misma que se exploró hasta obtener tres posibilidades de esta; cada una tiene distintas características que dependen de la variable que la componen (grenetina, agar agar y glucosa). El material obtiene distintas texturas y colores dependiendo del relleno y los ingredientes del aglutinante con los que se realice.

Derivado de la información que brindó este proceso de caracterización del material, surgen las posibilidades de usos y aplicaciones en el diseño y la arquitectura, es importante mencionar que los alcances de este trabajo de tesis están limitados a elementos de diseño y decorativos; como resultado se obtienen productos como elementos y paneles decorativos.

De todo este proceso se abre un campo de oportunidad a futuras investigaciones y exploraciones académicas y/o profesionales que puedan complementar el material y ampliar sus posibilidades de aplicación.

LISTA DE REFERENCIAS

A

Aguilar Deboisse, C. (2011), Los verdaderos materiales verdes, México, Expansión. Expansión. Revista Digital Disponible en: <https://expansion.mx/obras/2011/03/29/materiales-verdes-sustentabilidad-obras>

Alarcón, J., Celaschi, F. & Celi, M. (2020). Diseño de materiales: del Basic Design al Material Driven Design. Cuaderno 114, Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (2020/2021). pp 59 - 69 ISSN 1668-0227

Álvarez, J. (2022). Futuros posibles, Transformación material a partir de plantas invasoras. Tesis de maestría en diseño avanzado.

Antonelli, P. Burckhardt, A. (2020). The Neri Oxman Material Ecology Catalogue. Allianz. <https://www.moma.org/d/pdfs/W1siZilsjlwMjAvMDMvMTgvN3h0aTB0ZDIwZV9Nb01BX094bWFuX1BSRVZJRvcucGRmll1d/MoMA%20Oxman%20PREVIEW.pdf?sha=b9de8a989ee0332c>

B

Ballesteros, N. (2021). La arquitecta del futuro, Neri Oxman, 360° UDEM. <https://360udem.mx/la-arquitecta-del-futuro-neri-oxman/>

Benyus, J. (1997), Biomimética inspirada por la naturaleza. Editora Cultrix. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=K_Wijel87esC&oi=fnd&pg=PA6&dq=janine+benyus&ots=JsinjCr2qh&sig=5bz0dv-FuPRnAq7KAoYFLf6uOVg#v=onepage&q=janine%20benyus&f=false

Blanchet, P. (2017). Biomateriales y tecnologías para una nueva arquitectura. Materia Arquitectura, [S.l.], n. 15, p. 82-93. <http://www.materiaarquitectura.com/index.php/MA/article/view/102>

Biblioteca virtual UMSNH. (s.f.) <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/>

Bioeconomía. (2021). Biomateriales a partir de fibra de madera. BioEconomía. <https://www.bioeconomia.info/2018/06/19/inaugura-la-mayor-planta-europea-de-biomateriales-a-partir-de-fibra-de-madera/>

Biomateriales: El reto de experimentar en Arquitectura. (2021). Biomateriales. El Digital ULPGC. <https://eldigital.ulpgc.es/noticia/2021/03/01/biomateriales-el-reto-de-experimentar-en-arquitectura>

Biología. (s.f.). La Biología [Archivo PDF] <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/Biologia1.pdf>

C

Caballero, S. (2020). Exploración material a partir de residuos orgánicos domésticos [Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura UMSNH]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2

CIMC. (2013). Plan de manejo de residuos de la construcción y demolición. <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>

Cerón, E. González, S. Morales, S. (2018). El bio-diseño: una alternativa para el desarrollo de productos. Axayacatl. <http://hdl.handle.net/11191/6367>

D

Chuela, P. (2020), Diseño experimental, propuesta material para la vivienda en la meseta purépecha [Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura UMSNH]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2

Corbin, L. Garmulewicz, A. (2021). Atlas of the future. <https://atlasofthefuture.org/es/project/materiom/>

Córdova, M., Salgado, L., Bravo, B. (2021). Economía circular y su situación en México. Indiciales, 1(1), 25–37. <https://doi.org/10.52906/ind.v1i1.7>

Duffo, G. (2011). Materiales y materias primas Guía didáctica. Industria argentina. <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/biometales.pdf>

E

Ellen MacArthur Foundation, (2017). Economía Circular. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20es%20una,d el%20sistema%20desde%20el%20dise%C3%B1o.>

Esperanza, K. (2018). Sector constructor es el principal consumidor de recursos naturales. Centro Urbano. <https://centrourbano.com/construccion/constructor-consumidor-recursos-naturales/>

Etimología de naturaleza. (2021). Naturaleza. <http://etimologias.dechile.net/?naturaleza>

F

Fernandini, J. (s.f.). Ventajas y desventajas de los biomateriales en comparación a los materiales tradicionales de construcción. [Archivo PDF]. <https://materiainvestigacion.files.wordpress.com/2017/12/fernandini-plan.pdf>

Fournier-Zepeda, R. (2008). Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades. Revista Tecnología En Marcha, 21(4), pág. 92. https://181.193.125.13/index.php/tec_marcha/article/view/230

G

Gestión de recursos naturales GRN. (2016). Recursos naturales. <https://www.grn.cl/recursos-naturales.html>

Gronda, M. y Chiarella, M. (2017). Materialidad Digital. Análisis de estrategias de Arquitectura Orientada al Desempeño transferibles al Diseño Resiliente. XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital 22. http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2017_007.pdf

J

Jiménez, C. (2018). Diseño Biomimético Modelización arquitectónica basada en la naturaleza. https://oa.upm.es/52147/1/TFG_Jimenez_Arevalo_Carlos.pdf

K

Karana, E. (2016). Material Driven Design. Faculteit Industrieel Ontwerpen. [https://www.tudelft.nl/io/studeren/ide-design-master-classes/previous-master-classes/material-driven-design#:~:text=Material%20Driven%20Design%20\(MDD\)%20supports,what%20it%20makes%20us%20do.](https://www.tudelft.nl/io/studeren/ide-design-master-classes/previous-master-classes/material-driven-design#:~:text=Material%20Driven%20Design%20(MDD)%20supports,what%20it%20makes%20us%20do.)

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. International Journal of Design. <http://materialexperiencelab.com/material-driven-design-method-mdd>

L

Lang, J. (2016). Nuevos Materiales: una innovación en el consumo. Ciencia y tecnología. <http://revistavacio.com/ciencia-y-tecnologia/nuevos-materiales/#:~:text=Los%20materiales%20que%20podr%C3%ADan%20cambiar,los%20sistemas%20de%20producci%C3%B3n%20actuales.>

M

Madera 21. (2021). Construir en madera: panorama chileno actual. Madera 21 de corma. <https://www.madera21.cl/2757-2/>

Martínez, N. (2020). NATTICE de la naturaleza al diseño [Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura UMSNH]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2

Materials World. (s.f.). Materiales de construcción. El supermercado online de materiales. <https://www.mwmaterialsworld.com/blog/tendencias-bio-materiales-para-construccion/>

MaterialDistrict, (2021). Tablero de compostaje. <https://materialdistrict.com/material/compostboard/>

Mendoza, M., Marti, N., García, P. (2019). Design Thinking como metodología activa de aprendizaje cooperativo en Arquitectura. CINAIC. [Archivo PDF] <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/376332/CINAIC2019.6.pdf?sequence=5>

L

Lecea, M., Manzano, J. (2016). La energía del cambio. ABENGOA. <http://www.laenergiadelcambio.com/estructura-funcion-lignina/>

López, A. (2010). La naturaleza, madre del diseño (Fuente de inspiración para la creación de objetos). https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/800.pdf

P

Pacheco, C. (2019). Calcárea: Biomateria emergente (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Porter, M. (1990). The competitive Advantage of Nations. New York: Free Press. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>

S

Segambiental. (2021). ¿Y los residuos de construcción y demolición?. Seguridad proambiental. <https://segambiental.com.mx/y-los-residuos-de-construccion-y-demolicion/>

Silvestre, R. (2016), La industria mueblera y su contribución al desarrollo territorial en Ciudad Hidalgo, Michoacán. Economía y sociedad. <https://www.redalyc.org/journal/510/51054506002/html/>

W

Weiss, A. (25-10-2021), Nuevas materialidades de origen local [Conferencia en línea acerca de biomateriales en el laboratorio de Valdivia LABVA], <https://www.youtube.com/watch?v=FSBu-Yb6TR0>

Westreicher, G. (2021). Diseño experimental. Economipedia.com. <https://economipedia.com/definiciones/disenio-experimental.html>

LISTA DE FIGURAS

Página 12	FIG. 01 Logo TARU (Taller de Acción Rur-Urbana. Recuperada de presentación de Taller de composición TARU, 2020.	Página 27	FIG. 11 Fases de diseño, metodología Design Thinking. Elaboración propia. 2021.	Página 40	FIG.22 Ciclo de vida de la madera. Elaboración propia. 2021.	Página 55	FIG.34 Janine Benyus, Paola. Recuperada de https://www.asla.org/ContentDetail.aspx?id=47496 . 2021.
Página 14	FIG. 02 Recursos naturales, energía consumida y recursos generados producto de la construcción. Elaboración propia, 2022.		FIG. 12 Metodología Design Thinking aplicada al proyecto. Elaboración propia. 2021.	Página 41	FIG.23 Bosque-disponibilidad de madera en la zona. Carla A. Urbina B. 2021.	Página 56	FIG.35 Tronco de madera-creación de la naturaleza. Imagen de Krzysztof Jaracz en Pixabay. 2022.
Página 15	FIG. 03 Porcentajes de residuos generados de la construcción y demolición en México. CIMC, 2013. Recuperada de https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf . 2022.	Página 28	FIG.13 Proceso metodológico aplicado al proyecto. Elaboración propia. 2021.	Página 42	FIG.24 Proceso de transformación de la madera. Elaboración propia. 2021.	Página 57	FIG.36 Ciclo de Krebs, Antonelli, Paola. Recuperada de https://nodoarte.com/2019/12/11/la-era-del-enredo/ . 2021.
Página 16	FIG. 04 Estimados de escenarios de proyección de generación de RCD. CIMC, 2013. Recuperada de https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf . 2022.	Página 30	FIG.14 Material Driven Design. Diseño impulsado por materiales (Karana, 2016) Recuperada de http://materialsexperiencelab.com/material-driven-design-method-mdd . 2022.	Página 43	FIG.25 Disponibilidad de recurso natural en Cd. Hidalgo, Mich. Carla A. Urbina B. 2021.	Página 58	FIG.37 Economía lineal, economía reciclada y economía circular. Recuperada de pinterest.com.mx/pin/124412008446886161/ . 2022.
Página 17	FIG. 05 Residuos y desechos de la actividad constructora. Tomada de https://www.sotecma.es/planta-tratamiento-valorizacion-residuos-construccion-demolicion/ . 2021.	Página 30	FIG.15 Metodología de trabajo de LABVA. Elaboración propia en base a curso de biomateriales por Alejandro Weiss. 2021.	Página 44	FIG. 26 Lignina, celulosa y hemicelulosa. Recuperada de http://www.laenergiadelcambio.com/es-estructura-funcion-lignina/ . 2021.	Página 60	FIG.38 Diagrama mariposa de la economía circular elaborado por la fundación Ellen MacArthur. Recuperada de https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto . 2022.
Página 18	FIG. 06 Residuos sustentables naturales. Elaboración propia. 2021.	Página 35	FIG.16 Adaptación de metodología Design Thinking, Material Driven Design y metodología de trabajo LABVA. Elaboración propia. 2022.	Página 45	FIG. 27 Lignina, celulosa y hemicelulosa, estructura en la madera. Recuperada de http://www.laenergiadelcambio.com/es-estructura-funcion-lignina/#:~:text=La%20lignina%2C%20la%20celulosa%20y,los%20procesos%20de%20extracci%C3%B3n%20utilizados . 2021.	Página 61	FIG.39 Bioeconomía/economía circular. Elaboración propia. 2021.
Página 19	FIG. 07 Ubicación geográfica del municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán. Recuperada de https://snazzymaps.com/style/287755/grayscale-style . 2021.	Página 38	FIG. 17 Biomateriales de residuos. Recuperada de https://www.madera21.cl/blog/2020/04/02/la-investigacion-bio-based-materials-plantea-un-plan-de-fabricacion-de-productos-con-biomateriales/ . 2021.	Página 46	FIG.28 Aserraderos en el municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán. Elaboración propia basada en Google Maps. 2021.	Página 64	FIG.40 Aplicación de biomateriales en la arquitectura. Elaboración propia. 2021.
Página 20	FIG. 08 Desperdicios de producción maderera. Carla A. Urbina B. 2021.		FIG.18 Definición de biomaterial. Elaboración propia. 2021.	Página 47	FIG.29 Madererías en el municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán. Elaboración propia basada en Google Maps. 2021.	Página 65	FIG.41 Creación de biomateriales. Elaboración propia. 2021.
	FIG. 09 Producción maderera en la zona de Cd. Hidalgo, Mich. Carla A. Urbina B. 2021.	Página 39	FIG.19 Hongos, el material sostenible del futuro. Recuperada de https://www.materialsource.co.uk/biomaterial-designers-ones-to-watch-2020/ . 2021.		FIG.30 Carpinterías en el municipio de Cd. Hidalgo, Michoacán. Elaboración propia basada en Google Maps. 2021.	Página 66	FIG.42 Neri Oxman. Recuperada de https://oxman.com/ . 2021.
Página 22	FIG. 10 Proceso de diseño experimental. Elaboración propia. 2021.		FIG.20 Futuro verde. Recuperada de https://edition.cnn.com/style/article/biomaterials-london-design-fair-festival/index.html . 2021.	Página 48	FIG.31 Producción maderera y establecimientos, residuos y desperdicios. Elaboración propia basada en Google Maps. 2021.	Página 67	FIG.43 AGUAHOJA, estructura fabricada robóticamente hecha de materia orgánica. Recuperada de https://www.studioseed.net/blog/software-blog/parametric-generative-design-blog/grasshopper/neri-oxman-y-mit-desarrollan-biocomposites-programables-para-la-fabricacion-digital/ . 2021.
			FIG.21 Material reutilizable y sostenible. Recuperada de et al. 2021.	Página 49	FIG.32 Biología y diseño. Imagen de Gerd Altmann en Pixabay. 2021.		
				Página 54	FIG.33 Naturaleza. Carla A. Urbina B. 2021.		

Página 40 **FIG.44 Biocomposites para la programación digital de impresión de biomateriales.** Recuperada de <https://www.studioseed.net/blog/software-blog/parametric-generative-design-blog/grasshopper/neri-oxman-y-mit-desarrollan-biocomposites-programables-para-la-fabricacion-digital/>. 2021

FIG.45 Aplicación de la fabricación robótica en base de agua / Dezeen. Recuperada de <https://www.studioseed.net/blog/software-blog/parametric-generative-design-blog/grasshopper/neri-oxman-y-mit-desarrollan-biocomposites-programables-para-la-fabricacion-digital/>. 2021.

Página 68 **FIG.46 LABVA (Laboratorio de biomateriales de Valdivia).** Recuperada de <https://www.labva.org/>. 2021.

Página 69 **FIG.47 Equipo LABVA (Laboratorio de biomateriales de Valdivia).** Recuperada de <https://www.labva.org/somoslabva/>. 2021.

Página 70 **FIG.48 Logo Materiom.** Recuperada de <https://materiom.org/>. 2022.

FIG.49 MATERIOM recetario natural del futuro. Recuperada de <https://materiom.org/search>. 2022.

Página 71 **FIG.50 Astillas de madera.** Recuperada de et al. 2022.

FIG.51 Aserrín-agar. Recuperada et al. 2022.

FIG.52 Aserrín-dextrina. Recuperada de et al. 2022.

FIG.53 Aserrín-resina damar. Recuperada de et al. 2022.

FIG.54 Aserrín-resina de pino. Recuperada de et al. 2022.

FIG.55 Aserrín-agar sierra. Recuperada de et al. 2022.

Página 72 **FIG.56 Well proven chair.** Recuperada de <https://marjanvanaubel.com/well-proven-chair-2/>. 2022.

FIG.57 Silla bien probada. Recuperada de et al. 2022.

Página 73 **FIG.58 Productos plástico + aserrín.** Recuperado de <https://www.slowmotiv.com/lamparas-hechas-con-aserrin-y-plastico-reciclado/>. 2021.

Página 74 **FIG. 59 Taburete.** Recuperado de <https://www.pinterest.es/emiliomarinlill/biomateriales/>. 2021.

Página 75 **FIG.60 Tablero de compostaje.** Recuperado de et al. 2021.

Página 76 **FIG.61 Escala de casos de estudios comparándolos con el proyecto en desarrollo.** Elaboración propia. 2022.

Página 79 **FIG.62 Proceso de elaboración de un biomaterial-información de analogías.** Elaboración propia. 2022.

Página 81 **FIG.63 Postura crítica sobre el diseño de biomateriales.** Elaboración propia. 2022.

Página 84 **FIG.64 Etapas del desarrollo experimental.** Elaboración propia. 2022.

Página 86 **FIG.65 Proceso experimental de elaboración de biomateriales ETAPA 1.** Elaboración propia. 2022.

Página 91 **FIG. 66 Viruta/ corte de madera.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 67 Viruta/ cepillado de madera. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.68 Viruta/ pulido de madera. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 69 Aserrín/ corte de madera. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 70 Aserrín/ cepillado de madera. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 71 Aserrín/ pulido de madera. Carla A. Urbina B. 2021.

Página 92 **FIG.72 Aserrín.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.73 Viruta corta. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.74 Viruta ancha. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.75 Viruta desmenuzada. Carla A. Urbina B. 2021.

Página 97 **FIG.76 Ingredientes para resina natural.** Elaboración propia. 2021.

FIG.77 Preparación de resina natural. Elaboración propia. 2021.

Página 98 **FIG.78 Ingredientes para la resina.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.79 Molido de aserrín. Diego Urbina B. 2022.

FIG.80 Tamizado de aserrín. Diego Urbina B. 2022.

Página 99 **FIG. 81 Pigmentos naturales.** Carla A. Urbina B. 2021.

Página 100 **FIG. 82 Proceso de elaboración de pigmentos naturales.** Carla A. Urbina B. 2021.

Página 101 **FIG. 83 Proceso de elaboración de pigmento natural-camelina.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 84 Proceso de elaboración de pigmento natural-zanahoria. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 85 Proceso de elaboración de pigmento natural-limón. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG. 86 Proceso de elaboración de pigmento natural-fresno. Carla A. Urbina B. 2021.

Página 102 **FIG.87 Jeringa, medidor, cutter, cuchara, navaja.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.88 Mortero, rayador, colador, globo. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.89 Pegamento, guantes, regla, cutter. Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.84 Moldes de acrílico. Carla A. Urbina B. 2021.

Página 103 **FIG.91 Preparación de ingredientes para el biomaterial.** Diego Urbina B. 2021.

Página 104 **FIG.92 Proceso experimental.** Arturo Calderón R. 2021.

Página 105 **FIG.93 Dinamómetro.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.94 Prensas para compactar. Carla A. Urbina B. 2021.

Página 106 **FIG.95 Compactación de mezcla, medición de fuerza aplicada.** Elaboración propia. 2022.

FIG.96 Compactación mediante capas. Elaboración propia. 2022.

Página 107 **FIG.97 Fuerza de compactación medida con dinamómetro.** Carla A. Urbina B. 2021.

FIG.98 Muestra en molde prensada con prensas de plástico. Carla A. Urbina B. 2021.

	FIG.99 Muestra desmoldadas secadas sobre malla metálica. Carla A. Urbina B. 2021.
Página 111	FIG.100 Proceso de fabricación de muestras. Elaboración propia. 2022.
Página 112	FIG.101 Metodología de trabajo para la fase 1. Elaboración propia. 2022.
Página 127	FIG.102 Proceso de fabricación de muestras. Elaboración propia. 2022.
Página 128	FIG. 103 Diagrama de resultados de primeras pruebas. Elaboración propia. 2022.
Página 146	FIG.105 Prueba de compresión (aserrín pulido). Carla A. Urbina B. 2022.
	FIG.106 Prueba de compresión (viruta pulido). Carla A. Urbina B. 2022.
	FIG.107 Prueba de compresión (aserrín corte). Carla A. Urbina B. 2022.
	FIG.108 Prueba de compresión (viruta corte). Carla A. Urbina B. 2022.
Página 147	FIG.109 Prueba de humedad a muestras. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 148	FIG.110 Prueba de temperatura a muestras. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 151	FIG. 111 Grabado láser. Carla A. Urbina B. 2022.
	FIG. 112 Pigmento natural. Carla A. Urbina B. 2022.
	FIG. 113 Cortado, grabado, perforado. Carla A. Urbina B. 2022.
	FIG. 114 Texturas y colores naturales. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 153	FIG. 115 Oportunidades desarrolladas a base de la caracterización de este material. Elaboración propia. 2022.

Página 155	FIG. 116 Precio del material por m3. Carla A. Urbina B. 2021.
Página 157	FIG.117 Proceso de transformación de la madera integrando el desarrollo de un biomaterial. Elaboración propia. 2022.
Página 158	FIG.118 Logo de biomaterial de residuos de madera CAUB. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 159	FIG.119 Logo CAUB grabado en laser sobre material. Arturo Calderón R. 2022
	FIG.120 Propuesta de empaquetado de paneles decorativos de biomaterial. Arturo Calderón R. 2022.
Página 162	FIG.121 Paneles decorativos de biomaterial a base de residuos de madera con resina natural. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 164	FIG.122 Paneles decorativos biocompuesto. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 166	FIG.123 Diseño de paneles decorativos BIOMATERIAL. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 168	FIG.124 Pigmentos naturales a base de abundancias locales temporales. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 174	FIG.125 Porta vasos de residuos de madera. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 175	FIG.126 Diseño de porta accesorios de residuos de madera. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 176	FIG.127 Diseño de cuadros decorativos a base de residuos de madera. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 177	FIG.128 de porta retratos de residuos de madera. Carla A. Urbina B. 2022.

Página 178	FIG.129 Lámpara de residuos de madera. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 179	FIG.130 Especulación de diseño de Lámpara de residuos de madera. Arturo Calderón R. 2022.
Página 182	FIG.131 Paneles decorativos de residuos de madera. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 183	FIG.132 Especulación de diseño de Recepción con paneles decorativos de residuos de madera. Arturo Calderón R. 2022.
	FIG.133 Paneles decorativos de residuos de madera. Arturo Calderón R. 2022.
	FIG.134 Paneles decorativos-biomaterial. Arturo Calderón R. 2022.
Página 184	FIG.135 Paneles decorativos-biocompuesto. Carla A. Urbina B. 2022.
Página 185	FIG.136 Diseño de recibidor con paneles decorativos de residuos de madera. Arturo Calderón R. 2022.

LISTA DE TABLAS

Página 122	TAB. 1.1 Factores que influyen en los ingredientes. Elaboración propia, 2022.
	TAB.1.2 Conclusión respecto a los factores. Elaboración propia, 2022.
Página 154	TAB.1.3 Precio unitario de ingredientes. Elaboración propia, 2022.

RESUMEN

Este trabajo de tesis está hecho a base de investigación experimental con fines científicos, de diseño y artísticos, con la finalidad de diseñar un biomaterial y aplicarlo en la arquitectura en elementos y paneles decorativos.

El objetivo de este proyecto es pensar en nuevas posibilidades de diseño con biomateriales a base de recursos naturales, aprovechando los residuos de la madera; se desarrollará una economía circular construyendo soluciones locales.

Los biomateriales los encontramos como un medio de solución para minimizar el impacto ambiental y aprovechar los recursos naturales que tenemos a nuestro alcance.

