



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DESARROLLO DE UN MATERIAL BIO-COMPUESTO QUE FUNCIONE  
COMO SUSTITUTO DEL POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE  
VIDRIO

AUTORA

Kamila Borja Ayala

AÑO

2020



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DESARROLLO DE UN MATERIAL BIO-COMPUESTO QUE FUNCIONE  
COMO SUSTITUTO DEL POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Licenciada en Diseño Gráfico e Industrial

Profesor Guía

Mtr. Oscar Andrés Cuervo Monguí

Autora

Kamila Borja Ayala

Año

2020

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Desarrollo De Un Material Bio-Compuesto Que Funcione Como Sustituto Del Poliéster Reforzado Con Fibra De Vidrio, a través de reuniones periódicas con la estudiante Kamila Borja Ayala, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



---

Oscar Andrés Cuervo Monguí

Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

CC: 175825968-1

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Desarrollo De Un Material Bio-Compuesto Que Funcione Como Sustituto Del Poliéster Reforzado Con Fibra De Vidrio, de Kamila Borja Ayala, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"



---

María Claudia Valverde Rojas

Master en Diseño Industrial para Arquitectura

CC: 171309201-1

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized letter 'K' followed by a series of loops and a horizontal line.

---

Kamila Borja Ayala

CC: 171897453-6

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, en especial a mis padres, Patricio y Janneth, por siempre darme su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos Belén y Nick por acompañarte y darme fuerzas cuando más las necesitaba y finalmente a mi pareja Renato, a mis amigos y profesores que me impulsaron a seguir adelante y que siempre tuvieron algo que enseñarme para crecer como persona y como profesional.

Quiero hacer una mención especial a mis vecinos y a Osito porque sin ellos no hubiera logrado sacar este proyecto a flote en plena cuarentena.

## **DEDICATORIA**

A todas las personas que creen en un mundo mejor y están dispuestas a hacer algo para cambiarlo.

Aún hay esperanza para el futuro...y somos nosotros - the Lorax

## RESUMEN

A pesar de que el poliéster reforzado con fibra de vidrio, es un material versátil muy utilizado hoy en día, por grandes y pequeñas empresas, gracias a sus cualidades físicas y mecánicas, este material es altamente contaminante y nocivo para la salud de todos aquellos que estén en contacto con él, ya sea durante su producción o en su manipulación. Es por esto que a lo largo de este proyecto se buscó desarrollar un material sustituto al poliéster reforzado con fibra vítrea sintética mediante la experimentación de biocompuesto reforzados con sustratos fibras vegetales provenientes del Ecuador, con el fin de generar una alternativa eco-amigable del material original, que sea seguro y que se pueda reutilizar, reciclar y biodegradar de forma fácil.

El proyecto se basó principalmente en la metodología de diseño circular, misma que ayudo a entender, definir, hacer y validar el material ideal para cumplir su objetivo general, sin dejar de lado los principios básicos de sostenibilidad. En este documento se explica paso a paso el proceso de experimentación y creación del biocompuesto final, realizado a base de grenetina, fécula de maíz y yeso, reforzados con fibras de cabuya. Al mismo tiempo se expone la validación del material desde tres ejes distintos, su aplicación, su valor y desempeño comparativo con el material original y su primer acercamiento comercial.

Al finalizar este proyecto, se obtuvo un material con cualidades altamente amigables con el medio ambiente, y a pesar de que no todas sus propiedades se asemejaron al material original, el biocompuesto final cuenta con características muy útiles y versátiles que, de hecho, puede llegar a sustituir el poliéster reforzado con fibra de vidrio en cierto nivel. Este nuevo biomaterial puede ofrecer una amplia gama de aplicaciones, que se deja al criterio de quien lo necesite.



## **ABSTRACT**

Despite the fact that fiberglass-reinforced polyester is a versatile material widely used today, by large and small companies, thanks to its physical and mechanical qualities, this material is highly polluting and harmful to the health of all those who we are in contact with it, either during its production or in its manipulation. That is why in this project the intention was to develop a substitute material for polyester reinforced with synthetic vitreous fiber by experimenting with a biocomposite reinforced with vegetable fiber substrates from Ecuador, in order to generate an eco-friendly alternative to the original material, that will be safer and that could be reused, recycled and biodegraded easily.

The project was mainly based on the circular design guide, which helped to understand, define, make and validate the ideal material to fulfill its general objective, without neglecting the basic principles of sustainability. This document explains, step by step, the process of experimentation and creation of the final biocomposite, made from gelatin, corn starch and gypsum, reinforced with cabochon fibers. At the same time, the validation of the material is exposed from three different axes, its application, its value and comparative performance with the original material and its first commercial approach.

At the end of this project, a material with highly environmentally friendly qualities is obtained, and although not all of its properties resembled the original material, the final biocomposite has very useful and versatile characteristics that, in fact, can reach replace fiberglass reinforced polyester at some level. This new biomaterial can offer a wide range of applications, which is left to the discretion of whoever needs it.

# ÍNDICE

<b>1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>2 JUSTIFICACIÓN</b> .....	1
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	5
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
<b>4 MARCO TEORICO</b> .....	6
<b>4.1 ANTECEDENTES</b> .....	6
4.1.1 FIBRAS DE VIDRIO.....	6
4.1.1.1 ORIGEN DE LA FIBRA DE VIDRIO.....	6
4.1.1.2 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA DE VIDRIO.....	8
4.1.1.3 PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO.....	9
4.1.1.4 PROCESO DE MANUFACTURA.....	10
4.1.1.5 FORMAS COMERCIALES DE FIBRAS DE VIDRIO.....	14
4.1.1.6 USOS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO.....	16
4.1.1.8 ALTERNATIVAS ORGÁNICAS A LA FIBRA DE VIDRIO.....	22
4.1.2 FIBRAS VEGETALES.....	24
4.1.2.1 ECUADOR COMO PRODUCTOR DE FIBRAS NATURALES....	24
4.1.2.2 FIBRAS VEGETALES ECUATORIANAS Y SUS COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	27
4.1.2.3 TIPOS DE FIBRAS VEGETALES ECUATORIANAS: PROPIEDADES Y USOS.....	29
4.1.2.4 BENEFICIOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DE FIBRAS NATURALES.....	33
4.1.2.5 ABACÁ COMO SUSTITUTO DE FIBRA DE VIDRIO.....	35
4.1.2.6 PRODUCCIÓN Y CULTIVO DEL ABACÁ EN ECUADOR.....	38
4.1.3 CONDICIONES Y ACTORES EXTERNOS.....	40
4.1.3.1 INDUSTRIALES: CASO FURUKAWA.....	40

4.1.3.2 MERCADO O ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	43
4.1.4 PROBLEMÁTICA ACTUAL CON EL MEDIO AMBIENTE.....	44
4.1.4.1 MEDIO AMBIENTE .....	44
4.1.4.2 ACUMULACIÓN DE DESECHOS SOLIDOS EN LA BIOSFERA ...	45
4.1.4.3 IMPACTO AMBIENTAL DE LA VIBRA DE VIDRIO .....	46
<b>4.2 ASPECTOS REFERENCIALES .....</b>	<b>48</b>
4.2.1 EXPERIMENTACIÓN DE MATERIALES. ....	48
4.2.1.1 ENTRENIEBLA .....	48
4.2.1.2 HEMPCRETE .....	49
4.2.1.3 FLUIDSOLIDS .....	52
4.2.1.4 LEAFPACK Y EMPAQUE VERDE ECUADOR .....	54
4.2.1.5 COCOFORM.....	55
4.2.2 ABACÁ EN LA INDUSTRIA.....	56
4.2.2.1 APLICACIONES DEL ABACÁ.....	56
<b>4.3 ASPECTOS CONCEPTUALES .....</b>	<b>58</b>
4.3.1 DISEÑO Y ECONOMÍA CIRCULAR.....	58
4.3.2 CIRCULAR DESIGN GUIDE .....	59
4.3.2.1 COMPRENDER LOS FLUJOS CIRCULARES .....	59
4.3.2.2 APRENDE DE LA NATURALEZA (Biomimicry) .....	61
4.3.2.3 ENCONTRAR OPORTUNIDADES CIRCULARES.....	61
4.3.2.4 ELECCIONES INTELIGENTE DE MATERIALES.....	61
4.3.2.5 MAPEO DEL RECORRIDO DEL PRODUCTO .....	62
4.3.3 ECODISEÑO.....	63
4.3.4 DISEÑO BIOCOMPOSITE .....	64
4.3.5 <i>NATURAL FIBER ECO-COMPOSITES</i> (ECO-COMPUESTOS DE FIBRRAS NATURALES) .....	66
4.3.6 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE ODS – ONU (AGENDA 2030).....	67
<b>4.4 ASPECTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>68</b>
4.4.1 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE FIBRA DE VIDRIO.....	68
4.4.2 RESINAS BIODEGRADABLES.....	70

4.4.3	ENCOLADOS NATURALES .....	73
<b>4.5</b>	<b>MARCO NORMATIVO Y LEGAL .....</b>	<b>76</b>
4.5.1	NORMAS ISO .....	76
4.5.1.1	ISO 9000:.....	76
4.5.1.2	ISO 9001:.....	77
4.5.1.3	ESTÁNDARES ISO RELACIONADOS CON EL COMPOSTAJE ...	77
4.5.1.4	ESTÁNDARES EN-ISO RELACIONADO CON LA BIODEGRADACIÓN Y EL COMPOSTAJE .....	78
4.5.2	NORMA ASTM.....	78
4.5.2.1	NORMAS DE COMPOSITE .....	78
4.5.2.2	ESTÁNDARES DE COMPOSTAJE Y BIODEGRADACIÓN .....	84
4.5.3	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL .....	84
4.5.4	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	87
<b>5</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>89</b>
5.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	89
5.2	POBLACIÓN .....	90
5.3	MUESTRA.....	90
5.4	METODOLOGIA DE DISEÑO .....	91
5.4.1	HERRAMIENTAS DE METODOLOGÍA DE DISEÑO UTILIZADAS .....	94
5.4.1.1	COMPRENDER .....	94
5.4.1.2	DEFINIR.....	96
5.4.1.3	HACER .....	97
5.4.1.4	LANZAR.....	99
5.4.2	APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.....	100
5.5	VARIABLES .....	101
<b>6</b>	<b>INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>107</b>
6.1	DESDE EL BIOMATERIAL.....	107
6.1.1	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE FIBRAS.....	107
6.2	DESDE EL POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO .....	110

6.2.1 MATRIZ MET .....	110
6.2.2 MATRIZ GENERAL DEL POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO SINTÉTICA. ....	113
6.2.3 VISITA DE CAMPO TALLER DE TUNNING.....	116
6.3 DESDE LA PROPUESTA DE INCLUSIÓN.....	120
6.3.1 BENCHMARKING .....	120
6.3.2 ANÁLISIS FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD .....	123
<b>7 EXPERIMENTACIÓN .....</b>	<b>126</b>
7.1 TRATAMIENTO DE FIBRAS.....	126
7.2 EXPERIMENTACIÓN CON ENCOLADOS NATURALES.....	132
7.3 EXPERIMENTACIÓN CON PROCESO PRODUCTIVO .....	144
7.4 ACABADOS .....	152
<b>8 DESARROLLO DE PROPUESTA Y APLICACIÓN.....</b>	<b>160</b>
8.1 DESDE EL BIOMATERIAL.....	161
8.1.1 FICHA TÉCNICA.....	161
8.1.2 DESARROLLO DE LA MOTOPIEZA.....	164
8.1.2.1 FABRICACIÓN.....	164
8.1.2.2 ACABADOS .....	170
8.1.2.3 MONTAJE.....	175
8.2 DESDE LA PROPUESTA DE INCLUSIÓN.....	179
8.2.1 CADENA DE VALOR .....	179
<b>9 PROYECTO DE DISEÑO.....</b>	<b>181</b>
9.1. FACTIBILIDAD – PLAN DE PRODUCCIÓN.....	181
9.2 VIABILIDAD – PRESUPUESTO.....	183
9.3 PLAN ESTRATÉGICO DE NEGOCIOS .....	185
9.4 PLAN DE PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA DE MATS.....	189
9.5 COMUNICACIÓN ESTRATEGICA .....	191
9.5.1 DESDE LA EMPRESA DEL BIOMATERIAL.....	191
9.5.2 DESDE LA DISTRIBUIDORA.....	195

9.5.3 DESDE LA EMPRESA DE TUNNING .....	196
<b>10 VALIDACIÓN .....</b>	<b>197</b>
10.1 DESDE EL BIOMATERIAL.....	197
10.1.1 REPLICA DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	197
10.1.2 VALOR Y DESEMPEÑO DE LA BIOPIEZA.....	202
10.2 DESDE EL PROYECTO DE INCLUSIÓN.....	227
10.2.1 PRETOTIPACIÓN DEL PROYECTO .....	227
<b>11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>235</b>
11.1 CONCLUSIONES .....	235
11.2 RECOMENDACIONES.....	237
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>239</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>251</b>

## 1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El poliéster reforzado con fibra de vidrio es un material versátil, muy utilizado hoy en día por las industrias, gracias a su gran resistencia y capacidad de adoptar cualquier forma. Sin embargo, no es biodegradable, reutilizable ni reciclable, lo que dificulta su disposición final, pues sus residuos son contaminantes para el medio ambiente y nocivos para la salud de quienes se encuentran en contacto permanente con estos.

Si bien en el Ecuador se han explotado una gran variedad de fibras vegetales como el abacá, el ramio, el cáñamo, la cabuya, el yute y el bonoté, gracias a las excelentes condiciones de clima y suelo de nuestro país, no se ha planteado aún la posibilidad de explorar una nueva alternativa sustentable a base de fibras naturales, que sustituya al poliéster reforzado con fibra de vidrio, a partir de un concepto de bio-composite. En dicho proceso, se combinan distintos materiales ecológicos, lo que permite que sus propiedades se complementen y abran paso a la creación de un nuevo material híbrido sustituto, de igual o mayor calidad que el material original.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un sustituto eco-amigable del poliéster reforzado con fibra de vidrio. A partir de la combinación de distintas fibras naturales, encolados y resinas biodegradables, se busca obtener una alternativa segura para el medio ambiente y para los usuarios que mantienen contacto con la misma. Principalmente se espera que los nuevos materiales a desarrollar cuenten con iguales o incluso mejores propiedades con las que cuenta el poliéster reforzado

con fibra de vidrio original. Así, la implementación de esta nueva técnica generará beneficios materiales, ya que se podrán sustituir las piezas de poliéster cubiertas con fibra vítrea por un nuevo material de origen natural, reciclable y biodegradable que no solo tendrá un costo de producción más bajo y atractivo para las industrias, sino también representará un gran impacto en el medio ambiente.

Actualmente, el poliéster reforzado con la fibra de vidrio es muy utilizada, tanto por pequeños artesanos como por grandes industrias. Sin embargo, al momento de trabajar con este material no se toman en cuenta los riesgos inherentes a su proceso de manufactura, ni las consecuencias de su disposición final. Por ejemplo, los mats de fibra vítrea, al estar conformada por pequeños filamentos que se impregnan ya sea en el suelo, el aire o el agua y no se evaporan, disuelven o degradan, resulta altamente contaminante para el medio ambiente y para quienes están en contacto directo con ella, debido a que permanece en la atmosfera por largos periodos de tiempo. Adicionalmente, los residuos de los productos reforzados con fibra de vidrio se mantienen en los botaderos industriales durante años, incrementando aún más el volumen de basura en el planeta (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016).

En el 2018, el INEC registró que tan solo un 37,1% de los gobiernos municipales del Ecuador, “cuenta con procesos de separación en la fuente; es decir, clasifican los materiales entre orgánicos e inorgánicos como: cartón, papel, plástico, vidrio, madera, metal, caucho, textil, focos, pilas, desechos sanitarios no peligrosos, entre otros” (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016). Lo que significaría entonces, que más de un 50% de los desechos industriales tóxicos, entre ellos las piezas de poliéster reforzado fibra de vidrio, terminan en rellenos sanitarios comunes. Según la última estadística del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2018) “El 43% de municipios del Ecuador dispone sus residuos sólidos



en relleno sanitario; un 36%, en botaderos; y, el 21, en celda emergente (un terreno destinado a este almacenamiento por un periodo específico)". (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018).

Por el momento, hemos hablado de los beneficios materiales y medioambientales de este proyecto, pero es importante destacar que los trabajadores de piezas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio también serán favorecidos, ya que este nuevo proceso será mucho más seguro y se eliminará el peligro de daño químico y mecánico existentes en la manufactura de dichas piezas. En este nuevo escenario, si las fibras del nuevo material quedasen expuestas, por la ruptura de la pieza, los usuarios no correrán peligro al tener contacto con la pieza, ya que al ser natural no presentaran problema de irritación en la dermis, ni afectara su sistema respiratorio al inhalar por accidente los filamentos de las fibras naturales. Por otro lado, las empresas tendrán una nueva alternativa de material con menor costo y mejores propiedades que los mats de fibra de vidrio ofrece (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016)

Si se sigue trabajando con mats de fibra de vidrio, más y más trabajadores corren el riesgo de poner en peligro su salud por la manipulación constante de este material.

Las fibras vítreas sintéticas pueden producir picazón en los ojos y la piel, irritación en vías respiratorias superiores y partes del pulmón, produciendo dolor de garganta, congestión nasal y tos. Otros estudios han encontrado un número de muertes notables a raíz de enfermedades pulmonares, incluyendo cáncer del pulmón o mesotelioma, en grupos de trabajadores involucrados en la manufactura de lana de vidrio. (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016).

“La Organización Mundial de la Salud calculó que aproximadamente 125 millones de personas en el mundo están expuestas a este peligro en sus trabajos” (American Cancer Society, 2015), cosa que no pasaría si se trabajara con este sustituto natural, que remplace el poliéster por un biocompuesto para que sea reforzado con un nuevo sustrato, conformado por la combinación de distintas fibras naturales, que le otorguen al material, diversas cualidades físicas y mecánicas propias de su especie.

Una de las fibras vegetales que potencialmente tomaran el protagonismo en este proyecto es el abacá. “El abacá tiene gran resistencia mecánica, se muestra prometedora economizando energía y como sustituto de la fibra vítrea en automóviles” (Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura, 2019). El Ecuador tiene una gran variedad de fibras vegetales, gracias a sus excelentes condiciones de clima y suelo. Incluso es el segundo país con mayor producción de abacá en el mundo, sin embargo, esta solo es exportada a Japón y no se la trabaja localmente. Tampoco se ha experimentado las potenciales aplicaciones, ni las diversas propiedades que esta y otras fibras nos ofrecen. Al darnos la oportunidad de explorar y explotar al máximo las fibras vegetales que este país tan rico nos ofrece, podemos brindar una alternativa natural a la fibra de vidrio, bajo el concepto bio-composite.

Si esta práctica incrementa, crecerían las plantaciones del abacá y por lo tanto también reduciría al mínimo los problemas de erosión y sedimentación en las zonas costeras que son importantes para la cría de pescados de mar. Mejorará la capacidad de retención de agua del suelo y se prevendrán las inundaciones y los deslizamientos de tierra. No habrá desperdicio alguno ya que incluso los materiales de desecho del abacá se usan como fertilizantes

orgánicos. (Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura, 2019).

Incluso, si la industria del abacá crece localmente, se puede mejorar las condiciones laborales precarias de los trabajadores de abacá, en la provincia de Santo Domingo, que actualmente son esclavos de grandes empresas multinacionales productoras y exportadoras de abacá. (caso Furukawa). Sin embargo, es primordial destacar, que por temas ajenos al proyecto se usara cabuya como sustituto del abacá, ya que, al tener cualidades similares al abacá, la cabuya puede servir como una alternativa bastante útil para el desarrollo del proyecto.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un material sustituto al poliéster reforzado con fibra vítrea sintética mediante la experimentación de biocompuestos reforzados con sustratos fibras vegetales provenientes del Ecuador, experimentando con bioresinas y entrelazando los filamentos de las fibras vegetales y combinando sus propiedades para generar una alternativa eco-amigable del material original, que se pueda reutilizar, reciclar y biodegradar de forma fácil.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las propiedades de las fibras vegetales producidas en Ecuador mediante análisis comparativo de sus propiedades, para seleccionar, de manera óptima, las fibras que serán utilizadas en un sustrato sustituto.

- Experimentar con distintos materiales y procesos de manufactura para generar el nuevo biocompuesto a través de la experimentación con encolados, y resinas biodegradables con el fin de reforzarlo con el sustrato de las fibras vegetales previamente escogidas y generar así el nuevo biomaterial.
- Validar el material sustituto mediante pruebas productivas, visuales, físicas y mecánicas iguales a las que el poliéster reforzado con fibra de vidrio se somete para comparar su desempeño.

## 4 MARCO TEORICO

### 4.1 ANTECEDENTES

#### 4.1.1 FIBRAS DE VIDRIO

##### 4.1.1.1 ORIGEN DE LA FIBRA DE VIDRIO

“La fibra vítrea es un material fibroso que se constituye de varios filamentos poliméricos de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ )” (Loewenstein, 1973) y formulaciones especiales de vidrio que, al ser fundidos, son extruidas a través de *spinnerettes*, o planchas con agujeros diminutos, para formar hebras muy finas, que al solidificarse son flexibles y pueden ser utilizadas para técnicas de tejido. Se cree que la creación de la fibra de vidrio es un proceso que ha evolucionado desde su primera aparición hace miles de años atrás y que se ha desarrollado significativamente desde una manipulación primitiva hasta su actual capacidad de fabricar textiles y filamentos con dimensiones estandarizadas para la gran industria (Loewenstein, 1973).

La fibra de vidrio es un proceso que se ha explotado desde los inicios de la revolución industrial. Los vidrieros experimentaron con la producción de hebras delgadas de vidrio por años, pero no fue hasta 1936 que, gracias a las nuevas tecnologías, se dio de forma masiva la primera producción comercial de la lana de vidrio o fibra de vidrio, como se la conoce hoy en día. Dos años más tarde, Russell Games Slayter, Ingeniero de la gran empresa americana Owens-Corning, estableció a la fibra de vidrio como un material aislante, útil para la construcción de edificios. Pero no satisfechos con darle una sola utilización, se exploraron las potenciales aplicaciones que la fibra de vidrio podía ofrecer (Arkiplus, 2019).



*Figura 1* Primeras fábricas de fibra de vidrio de Owens Corning.  
Tomado de: Arkiplus, 2019.

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial, la noticia de la aparición de un nuevo e innovador material se expandió por toda Europa. Inicialmente su aplicación fue exclusivo para usos militares, pero no tardó mucho en adaptarse “a diversos usos, como autos, aviones, barcos, electrodomésticos, etc” (Arkiplus, 2019). Con el paso de los años, a medida que la fibra de vidrio se aplicaba para prácticamente cualquier cosa, su evolución era inevitable, lo que abrió paso a categorizarla según el tipo de vidrio, disposición espacial y su resistencia a las altas temperaturas

(Arkiplus, 2019). Hoy en día los tipos de fibra de vidrio más utilizadas en la industria son:

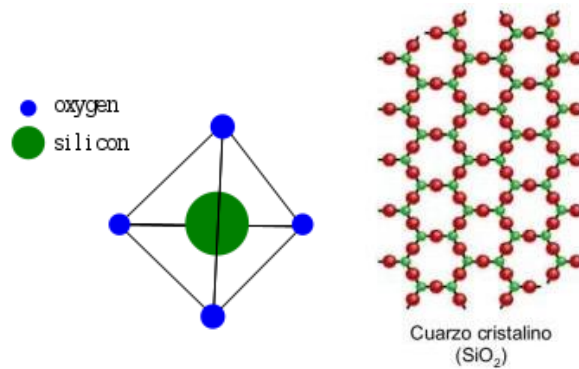
*Tabla 1 “Clases de fibra de vidrio y sus propiedades”.*

*Adaptado de: Fitzer, y otros, 2008*

TIPO	VIDRIO	CARACTERÍSTICAS
clase E	vidrio de aluminio-borosilicato	menos de 1% peso de óxidos alcalinos, principalmente usada para Plástico reforzado con vidrio
clases A	vidrio alcali-cal	pocos o ningún óxido de boro
clase E-CR	Vidrio de silicato álcali-cal	menos de 1% peso/peso de óxidos alcalinos, con alta resistencia a los ácidos
clase C	vidrio álcali-cal	alto contenido de óxido de boro, usadas por ejemplo en fibras de vidrio con filamentos cortos
clase D	vidrio de borosilicato	constante dieléctrica alta
clase R	vidrio de aluminio silicatos	sin MgO ni CaO con altas prestaciones mecánicas
clase S	vidrio de aluminio silicatos	sin CaO pero con alto contenido de MgO con alta resistencia a la tracción

#### 4.1.1.2 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA DE VIDRIO

Para que la fibra de vidrio adquiriera su característica flexible y funcione como filamento para ser tejida, requiere de una base de sílice. “El dióxido de silicio, SiO<sub>2</sub>, se comporta como polímero, ya que no cuenta con un punto de fusión, pero a los 1200 °C” (Gupta & Kothari, 1997)., puede ablandarse y descomponerse, antes que sus moléculas puedan moverse libremente al someterse a una temperatura de 1713 °C, por lo que si se extruye el vidrio y se enfría rápidamente se genera una nueva estructura desordenada (Gupta & Kothari, 1997).



*Figura 2* Estructura química del vidrio y de vidrio cristalino o Cuarzo.  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011

Cuando al  $\text{SiO}_2$  se le aplican temperaturas altas, entra en su forma cristalina y se lo llama cuarzo. “El nuevo cuarzo tiene niveles energéticos parecidos al vidrio en sus bases moleculares, lo que significa que su estado final es altamente estable” (Loewenstein, 1973). A pesar de que la sílice puro es factible para realizar vidrio y fibra de vítrea, se deben someter a temperaturas elevadas. Al mismo tiempo es posible agregar distintos materiales para proporcionar al vidrio distintas propiedades y aumentar la posibilidad de encontrar nuevas utilizaciones potenciales. (Volf, 1990).

#### 4.1.1.3 PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO

Las piezas de resina de vidrio cuentan con resinas químicas que otorgan una gran resistencia al daño químico y a los elementos del ambiente, lo que significa que no se oxida, no se degrada ni se deteriora. Resiste a casi todos los ácidos y químicos utilizados en la industria “excepto el ácido fluorhídrico y el ácido fosfórico” (SCOM, 2016). Por otro lado, aunque pueda parecer un material frágil, tiene una alta resistencia mecánica, incluso mayor que el acero, ya que es capaz de resistir altas esfuerzos como la compresión, la tensión y la flexión (SCOM, 2016).

Funciona también como aislante acústico, ya que puede reflejar las ondas sonoras, como aislante eléctrico incluso con poco espesor y al mismo tiempo, funciona como aislante térmico, puesto a que contiene “un bajo coeficiente de expansión térmica y conductividad térmica relativamente alta, gracias a su alto índice de área superficial en relación al peso” (Incropera & DeWitt, 1990).

La fibra de vidrio al ser un material mineral, es naturalmente incombustible, no propaga el fuego y no emite humo ni productos tóxicos cuando se expone al calor, tiene una alta capacidad de permeabilidad dieléctrica y al no ser “sensible a las variaciones de temperatura e higrometría, tiene un bajo coeficiente de expansión lineal” (Motorex, 2018). Otra de las propiedades de las piezas de fibra de vidrio es que son muy livianas, gracias a la ligereza de sus componentes.

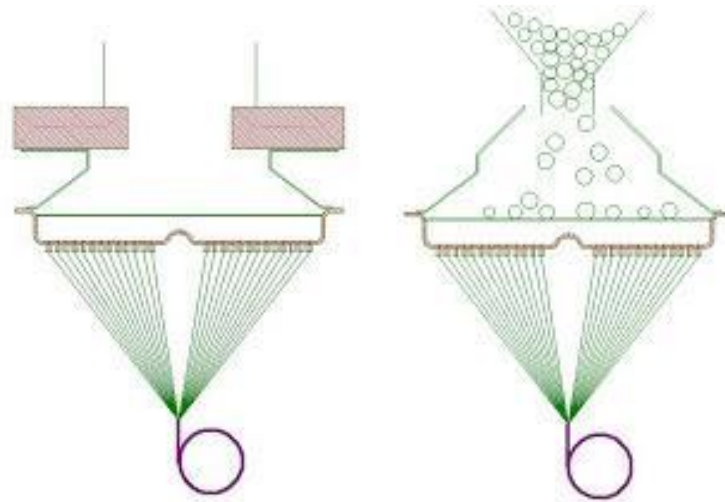
Virtuosamente, la fibra vítrea se cataloga como uno de los materiales más versátiles de todos, debido a sus innumerables filamentos que se adaptan a una gran variedad de aplicaciones industriales. Finalmente, cabe destacar su rentabilidad, durabilidad y ergonomía. Es un material que no requiere mantenimiento, lo cual representa mayores beneficios económicos, en relación a otros tejidos de fibras sintéticas y naturales (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2019).

#### *4.1.1.4 PROCESO DE MANUFACTURA*

Para la realización de la fibra vítrea se debe procesar el vidrio por cuatro funciones elementales, la fusión, formación y la creación de filamentos continuos y discontinuos. Cada proceso será expuesto a continuación para una mejor comprensión. Iniciando por el primer paso, la fusión, donde la fibra de vidrio se puede obtener por fundición directa o por refundición. En los dos procesos el vidrio

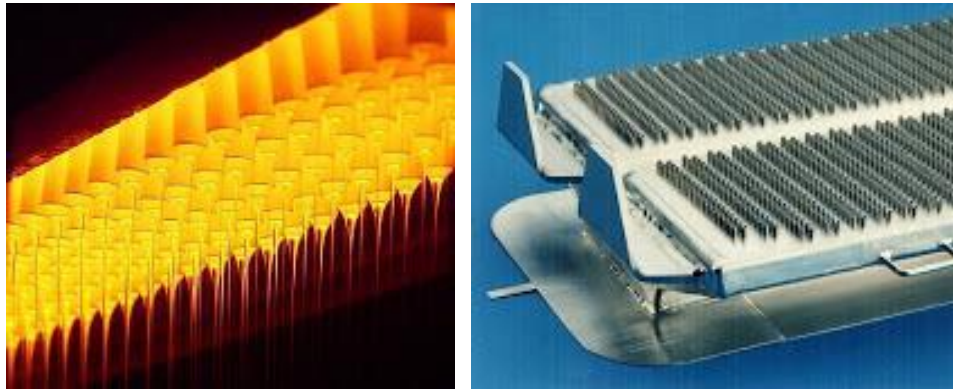


empieza en estado sólido, para ser mezclado con todos los componentes necesarios para el resultado final, los mismos que próximamente serán derretidos en un horno. Para la etapa de refundición, una vez que han sido fundidos y fusionados los elementos, se corta el material, se lo enrolla en pequeñas canicas, se lo refrigera y se lo guarda. (Loewenstein, 1973)



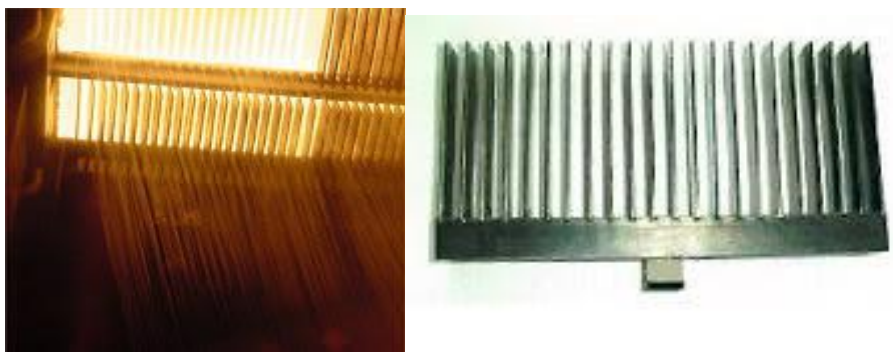
*Figura 3* Proceso de Fundición y de Refundición.  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011

Finalmente, para culminar esta primera fase, las bolitas son refundidas nuevamente y son extruidas por boquillas (*bushing*) para formar las primeras hebras de fibra de vidrio. En el caso de la fusión directa, el material en estado líquido del horno va de inmediato a la segunda etapa, la formación. En este proceso, se coloca el material en las placas de metal *bushing*, calentadas previamente, para formar las hebras atravesándolas por sus orificios. Si es para fundición directa la placa recolecta los residuos de vidrio, pero en el caso de la refundición, la placa no es más que un nuevo proceso de dilución de material (Tecnología de los Plásticos, 2011)



*Figura 4* “Salida del vidrio fundido de las boquillas y placa de bushing o boquillas”.  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011

Para darle la forma de filamento, se cola el vidrio fundido por las boquillas del bushing para formar una gota que colgara al extremo de la misma, para posteriormente descender lentamente y formar un delgado hilo. Una vez obtenida las fibras, se refrigeran y pasan a la siguiente fase donde se procesarán según el resultado final que se busca. Si se desea un filamento continuo, se le emplea apresto a la fibra, para prevenir cualquier tipo de daño al momento de ser enrollada en los carretes (Lubin & Krieger, 1975)



*Figura 5* Aletas de enfriamiento.  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011

“El apresto concreto aplicado es relativo al uso final que tenga la fibra. Mientras que algunos aprestos son coadyuvantes de la elaboración, otros hacen de la fibra tenga una afinidad por ciertas resinas, si la fibra se va a utilizar en un composite. El apresto es generalmente añadido en un 0,5-2,0% en peso”. (Tecnología de los Plásticos, 2011).

Por otro lado, para la elaboración de fibras discontinuas, se toman las fibras recién conformadas para ser expuestas a calor o vapor y generar una especie de felpa conocida como mat. Aunque este procedimiento es bastante útil, la técnica más utilizada para la fabricación de mats es mediante rotación, donde las fibras giran velozmente y gracias a la acción de la fuerza centrífuga, las fibras se dispersan para adquirir su respectiva dosis de encolado y corriente de aire, que les proporcionaran su forma resultante. Finalmente, este mat ingres nuevamente a horno para un secado correcto del engomado (Tecnología de los Plásticos, 2011).

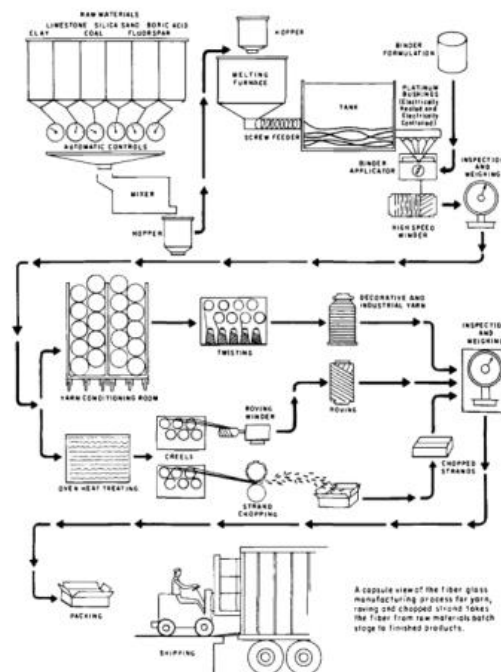
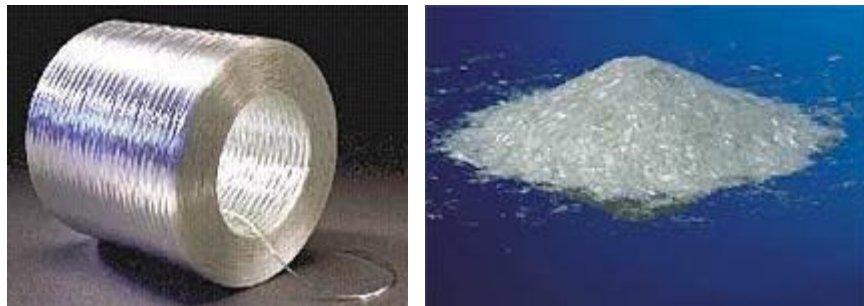


Figura 6 Proceso de Manufactura de la Fibra de Vidrio.  
Tomado de: Watts, 1985.

#### 4.1.1.5 FORMAS COMERCIALES DE FIBRAS DE VIDRIO

La fibra de vidrio es un material muy versátil, tiene una innumerable cantidad de aplicaciones, y según estas, es probable que su proceso de manufactura varíe, por lo que se necesita el material más adecuado. La fibra vítrea cuenta con una extensa selección de formas y tamaños, mismas que pueden ayudar a desarrollar cualquier proyecto de forma óptima. Las diferentes presentaciones en las que se vende la fibra de vidrio son: **Rovin**, hilos continuos de fibra de “vidrio tipo E, para pultrusión, bobinado filamentario” (Tecnología de los Plásticos, 2011) y laminado por spray; El **Hilo cortado largo**, que son hebras continuas de tipo E de dimensiones estandarizadas para uso moldeable de resinas poliéster, epoxi y fenólicas y para procedimientos que incluyan la termocompresión e inyección (Tecnología de los Plásticos, 2011)



*Figura 7 Presentaciones comerciales fibra de vidrio Rovin e Hilo cortado largo.  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011*

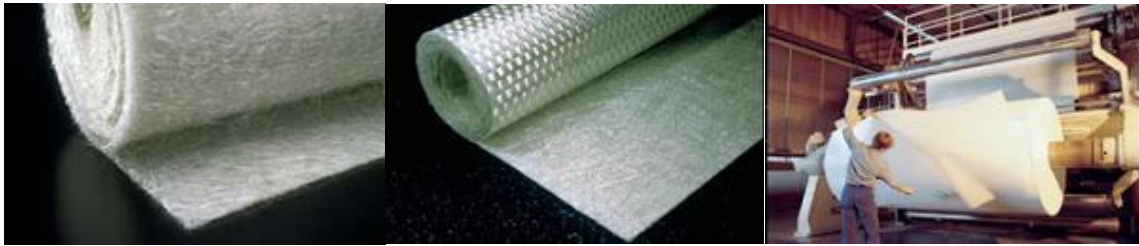
Por otro lado, tenemos el **Hilo cortado** o fibra corta, que se asemeja a la estructura de la fibra larga, pero este tiene dimensiones menores y se utiliza para fortificar termoplásticos “como: ABS, polipropileno, Nylon, poliestireno, PVC y SAN” (Tecnología de los Plásticos, 2011); También existe la **fibra molida**, que su base estructural es la fibra vítrea tipo E, cubierta de apresto y triturada para darle mayor densidad y fortalecer termoplásticos y termofijos. Así mismo, **mat de hilos**

**cortados** contiene muchos filamentos de fibra vítrea segmentados, entrelazados y adheridos entre sí con encolados “en emulsión o polvo de poliéster, y sirven para relacionarse fácilmente con poliéster insaturado, vinil éster y diversas resinas para la obtención de una amplia gama de usos y aplicaciones” (Tecnología de los Plásticos, 2011).



*Figura 8* Presentaciones: Hilo cortado, Fibra molida y Mat de hilos cortados.  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011

También se comercializa el **mat de filamento continuo**, que vienen a ser las hebras de fibra de vidrio que simulan un textil no tejido pero comprimido como felpa y condensado gracias a “una resina de poliéster insaturado, usada principalmente para el moldeo de laminados por compresión y pultrusión” (Tecnología de los Plásticos, 2011). Por otra parte, tenemos la fibra vítrea **tejida**, que consiste en una tela extensa con gran perdurabilidad, útil para todo tipo de aplicación que requiera una estructura resistente. Finalmente, la fibra tipo **velos** son varios sustratos de fibra de vidrio, tejida o no, que se caracterizan por tener una superficie llana y homogénea, perfecta para laminados y acabados pulcros (Tecnología de los Plásticos, 2011)



*Figura 9 Presentaciones, Mat de filamento continuo, Tejido y Velos.*  
Tomado de: Tecnología de los Plásticos, 2011

#### *4.1.1.6 USOS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO*

La gama de usos y aplicaciones de un material tan versátil como lo es la fibra de vidrio es muy amplia, ya que gracias a sus propiedades puede tener un uso variado en todo tipo de industrias, incluso de forma fácil y practica gracias a las distintas presentaciones en las que se la comercializa, se puede escoger cual es la más útil para el proyecto que se esté realizando. Usualmente se lo utiliza como aislante térmico, eléctrico y acústico o para revestimiento de otros materiales, pero sus características tan amplias aportan a una utilidad más significativa.

Por ejemplo, hoy en día se la utiliza para industria constructiva, arquitectónica, civil, entre otras. Se usa también para el moldeo de piezas únicas o en serie y principalmente para dar diseño y resistencia a productos que lo requieran como la industria automovilística, aérea y náutica.

*Tabla 2: Porcentajes de uso de compuestos de fibra de vidrio.*

*Tomado de: Watts, 1985*

<b>USO DE COMPUESTOS DE FIBRA DE VIDRIO.</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Porcentaje de producción de fibra de vidrio.</b>
Aeronave y aeroespaciales	2
accesorios	6
construcción	14
bienes de consumo	6
Productos resistentes a la corrosión	10
Tubos eléctricos y piezas	5
Accesorios marinos y marinos	19
transporte terrestre	33
otro	5
<b>Total</b>	<b>100</b>

#### **4.1.1.7 PROBLEMAS DE SALUD INVOLUCRADOS A LA FIBRA DE VIDRIO**

Existen diversos determinantes que comprueban si el contacto con las fibras vítreas sintéticas es pernicioso para la salud o no. Se debe verificar la dosis, la duración y la manera como se entró en contacto, también se debe tomar en cuenta la presencia de sustancias químicas. (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades, 2016). La fibra vítrea sintética se caracteriza por ser un material que requiere de indumentaria de seguridad industrial para su manufactura. El trabajo con fibra de vidrio puede ser muy peligroso para los trabajadores que la manipulan, ya que no solo es peligroso por su composición química de resinas y catalizadores, sino que desde la misma fibra de vidrio en bruto puede generar daños mecánicos en la dermis

Las fibras vítreas sintéticas se catalogan en dos grupos: filamentos y lanas. Los filamentos consisten de filamentos continuos de vidrio, mientras que las lanas se subdividen en lanas de vidrio, lanas de roca, lanas de escoria, fibras refractarias de cerámica y otros tipos de fibras de origen más reciente. (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016).

En el caso de que una fibra fina, menor a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro es inhalada, esta se puede incrustar en las partes más profundas del sistema respiratorio. Pero si en el caso contrario, se aspira una fibra más gruesa, esta se impregna “en las superficies revestidas de tejido mucoso de la parte superior del tracto respiratorio, produciendo irritación en nariz y la garganta y partes del pulmón, produciendo dolor de garganta, congestión nasal y tos” (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016).

A nivel externo, cuando se entra en contacto físico directo con la fibra vítrea y no se toma ninguna precaución, sus filamentos se desprenden de su soporte y se adhieren en piel y ojos generando irritación y picazón severa que se desvanecerá a medida que el tiempo pasa. Por otra parte, se ha descubierto que el índice de mortalidad relacionado con las enfermedades pulmonares, incluido el cáncer del pulmón o mesotelioma, en los obreros que manipulan diariamente la fibra de vidrio en bruto, ha incrementado alarmantemente cada año desde la aparición de este material. (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016).

Cuando se inhala fibras de vidrio, estas se incrustan en el pulmón y se produce inflamación pulmonar, donde los macrófagos en el pulmón aumentan con el objetivo de atrapar y remover las fibras del pulmón, pero “si la inflamación pulmonar continúa, las células que revisten el pulmón pueden aumentar su espesor mediante



un proceso llamado bronquiolización y se reduce la cantidad de oxígeno entra al pulmón” (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016). Por otra parte, también se afirmó que es posible que se genere una:

Lenta acumulación de tejido de cicatrización en los pulmones y en la membrana que reviste a los pulmones. Este tejido de cicatrización no se expande ni contrae como el tejido pulmonar normal, lo que hace difícil respirar. Esta condición se llama fibrosis pulmonar. (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016)

“Varios estudios con animales comprobaron que respirar frecuentemente niveles altos de fibras vítreas sintéticas durables o biopercistentes puede producir cáncer del pulmón y mesotelioma” (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016).

“La biopersistencia es un concepto relacionado con la capacidad de permanencia de determinados materiales en el organismo” (Oberdörster G. , 2002). Cuando la aspiración de fibras vítreas es constante, esta afecta inevitablemente la salud de quien los que la manipula.

En un estudio de Lemasters, se comprobó que

Un grupo de trabajadores estadounidenses de ambos sexos, que eran empleados de industrias involucradas en la producción o utilización de fibras de vidrio, fueron diagnosticados una prevalencia de alteraciones pleurales del 2,7% del total de la cohorte estudiada y del 3,4% en aquellos

trabajadores que se encontraban directamente relacionados con la cadena de producción. De estos, 21 (2,45%) de los casos presentaban placas pleurales y 2 casos de engrosamientos pleurales. (Pietropaoli A. , Basti, Veiga-Álvarez, & Maqueda-Blasco, Handling fiberglass at workplaces, potential health effects and control measures, 2015), Prueba evidente del daño que la fibra de vidrio provoca en sus obreros.

*Tabla 3 “Evidencias más relevantes de los efectos nocivos en los seres humanos demostradas con estudios experimentales con animales”.*

*Tomado de: Pietropaoli, Basti, Veiga-Álvarez, & Maqueda-Blasco, 2015)*

	FIBRAS DE VIDRIO DE FILAMENTO CONTINUO	LANA DE ROCA Y ESCORIAS	FIBRAS CERÁMICAS REFRACTARIAS
Neoplasias pulmonar y mesoteliomas	Evidencia insuficiente en los seres humanos, limitada a los animales (1) (3)	Evidencia insuficiente en los seres humanos, limitada a los animales (1)	Evidencia insuficiente en los seres humanos, limitada a los animales (2)
Placas pleurales	No	No	Sí
Patología intersticial	No	No	Comprobado en animales. Posibles efectos en seres humanos.
Problemas respiratorios	Sí	Sí	Sí
Alteración en la función respiratoria	Sí/No (4)	Sí/No (4)	Sí
Irritaciones de la piel y mucosas	Sensibilización inducida por fibras de longitud > 4 µm y por aditivos	Sensibilización inducida por fibras de longitud < 4 µm y por aditivos	Sí

(1) Clasificación IARC 2002: grupo 3. Clasificación carcinogénica CE: categoría 3 (Directiva 97/69/CE).

(2) Clasificación IARC 2002: grupo 2B. Clasificación carcinogénica CE: categoría 2 (Directiva 97/69/CE).

(3) Excepción para las fibras de vidrio para el uso especial E-glass y las fibras "475 glass" para los cuales la IARC evalúa una suficiente evidencia de carcinogénica en los experimentos con animales, por lo que se clasifican en el grupo 2B.

(4) Resultados controvertidos.

*“Según los investigadores de OSHA, una exposición de 8 horas a 0.043 fibras de vidrio por centímetro cúbico de aire es suficiente para causar cáncer de*

*pulmón en uno de cada mil trabajadores expuestos durante una vida laboral de 45 años. En las zonas rurales, se informa que la concentración de fibra de vidrio en el aire exterior es de 0.00004 fibras por centímetro cúbico, aproximadamente 1000 veces por debajo de la cantidad que se cree que pone en peligro a uno de cada mil trabajadores de fibra de vidrio. Pero las personas en las zonas rurales respiran el aire las 24 horas del día, no 8 horas. Además, una vida humana es de 70 años, no los 45 años asumidos para una vida laboral" (Rachel's Environment & Health Weekly, 1995)*

*“Además, uno en mil no tiene una protección adecuada para el trabajo con estos materiales; La Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. Usa uno en 100,000 o uno en un millón como estándar para exposiciones públicas. (Y, finalmente, en el aire urbano, hay 10 a 40 veces más fibra de vidrio que en el aire rural). Por lo tanto, la cantidad de fibra de vidrio en el aire exterior en los EE. UU. Y Europa (y presumiblemente en otros lugares) ya parece más alta de lo que las políticas de salud pública lo permitirían. Suponiendo una curva de dosis-respuesta en línea recta y sin umbral, creemos que hay muchas razones para preocuparse por los riesgos para la salud humana que plantea la fibra de vidrio en el entorno general". (Rachel's Environment & Health Weekly, 1995)*

La fibra vítrea es un material muy rentable, ya que cuenta con una amplia variedad de aplicaciones, pero debe ser manipulada con extrema cautela con el fin de prevenir sus propiedades irritantes. (Albert Einstein College of Medicine, 2019). Se estima que la producción en toneladas de fibra de vidrio ha incrementado en un 10.4% por año desde 1995, pero se afirma que actualmente este valor ha aumentado significativamente. Estudios realizados por la revista JEC Composites revelaron un análisis de la producción anual a nivel mundial de fibra de vidrio en el 2010, los resultados fueron alarmantes ya que su proyección a futuro va en

incremento y no se toma en cuenta que eventualmente estos productos serán desechos con una disposición final difícil.

Resultados de Producción mundial de fibra de vidrio: *“Los productores de hilo representan 900,000 toneladas métricas de producción. La producción de hilados es más alta en Asia, con 65-70%. América del Norte viene después con 20-25%, luego Europa, donde la producción de hilo está disminuyendo, con 5-10%. La producción es más baja en Japón, con 3-8%.* (JEC Composites Magazine, 2011)

*“Los productores de roving representan aproximadamente 3,800,000 toneladas métricas de producción al año”. La producción roving muestra un fuerte aumento en Asia (incluida China continental) con un 55-60%. Le sigue Europa con un 20-25%, luego Norteamérica con un 15-20%. Japón, India, Corea y Hong Kong tienen niveles muy bajos de producción, solo 5% agrupados.* (JEC Composites Magazine, 2011).

#### 4.1.1.8 ALTERNATIVAS ORGÁNICAS A LA FIBRA DE VIDRIO

Teniendo muy en claro los pros y contras de la fibra de vidrio sintética, se pueden explorar otras alternativas más naturales. Una alternativa ya popularizada son los conocidos Cabellos de pele. Este nuevo material es de origen natural, son hebras de vidrio basáltico o de origen volcánico que se originan al momento que la lava dentro de los volcanes llega a una temperatura tan alta que su gas empieza a producir burbujeo y cuando estas burbujas revientan, se generan estas hebras conocida como cabello de pele (Duffield, Gibson, Duffield, & Heiken, 1977). El Servicio Geológico de los Estados Unidos, o USGS por sus siglas en inglés, reporto

que “una hebra de menos de 0,5 mm de diámetro puede llegar a medir hasta 2 metros” (Servicio Geológico de los Estados Unidos, 2018).

Este nombre se le fue otorgado haciendo alusión a la diosa del fuego y los volcanes en la mitología hawaiana. A pesar de ser esta una alternativa natural, no debemos pasar en el alto el hecho de que el material sigue siendo vidrio y por ende sigue manteniendo los peligros y daños mecánicos provocados por fibras vítreas sintéticas originales. Al ser muy delgadas y ligeras pueden ser transportadas por el viento a diversas locaciones y contaminando el aire y el agua. La ingesta accidental de este material por parte de humanos y animales puede ser muy peligrosa. Don Swanson, geólogo del Observatorio Volcánico de Hawái, afirmó que el aspirar filamentos de este vidrio volcánico puede inflamar e irritar la dermis y vías respiratorias, que estén en contacto, tal y como lo haría la fibra de vidrio sintética (BBC News Mundo, 2018)

Por otro lado, Swanson agrega que el manipular dichos filamentos sin protección alguna puede poner en riesgo a quien lo opere. Estas partículas al ser muy quebradizas y punzantes pueden incrustarse en la piel y causar entroncamiento de la dermis. Por lo que no se recomienda su uso como sustituto al material sintético original al no ser seguro y rentable. A pesar de cumplir con características similares a la fibra de vidrio, obtener este material es extremadamente difícil, ya que este fenómeno no se produce diario, por lo que su obtención se dificulta. Los cabellos de Pele no solo se pueden encontrar en islas Hawáianas, también pueden originarse en otros volcanes como el Etna en Italia y el Masaya en Nicaragua (BBC News Mundo, 2018). Sin embargo, aun si se recolectara todo el producto pele del mundo, no sería viable encontrar las cantidades requeridas para producciones industriales.

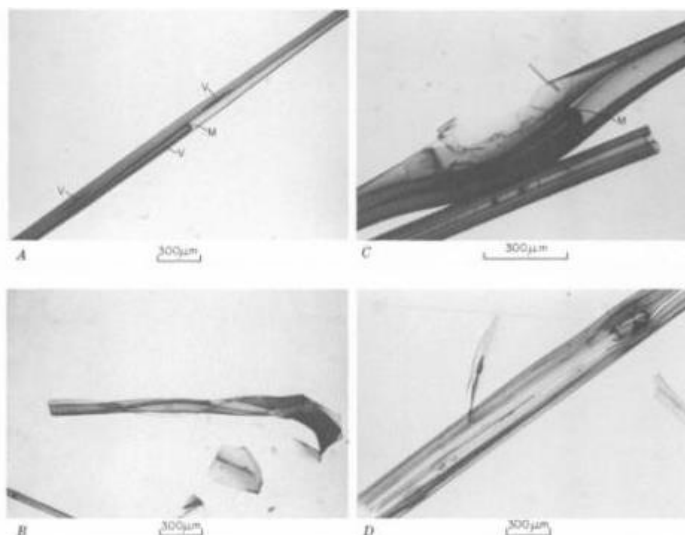
*Tabla 4 Composición química de los Cabellos de Pele y Fotografías microscópicas de fibras de pele .*

*Tomado de: Duffield, Gibson, Duffield, & Heiken, 1977*

TABLE 1.—Chemical analyses of Pele's hair (PH-1) and droplets (PH-1S) broken from this hair

[Analytical methods are described in Shapiro and Brannock (1962), supplemented by atomic absorption tests: analyst, F. L. D. Elmore]

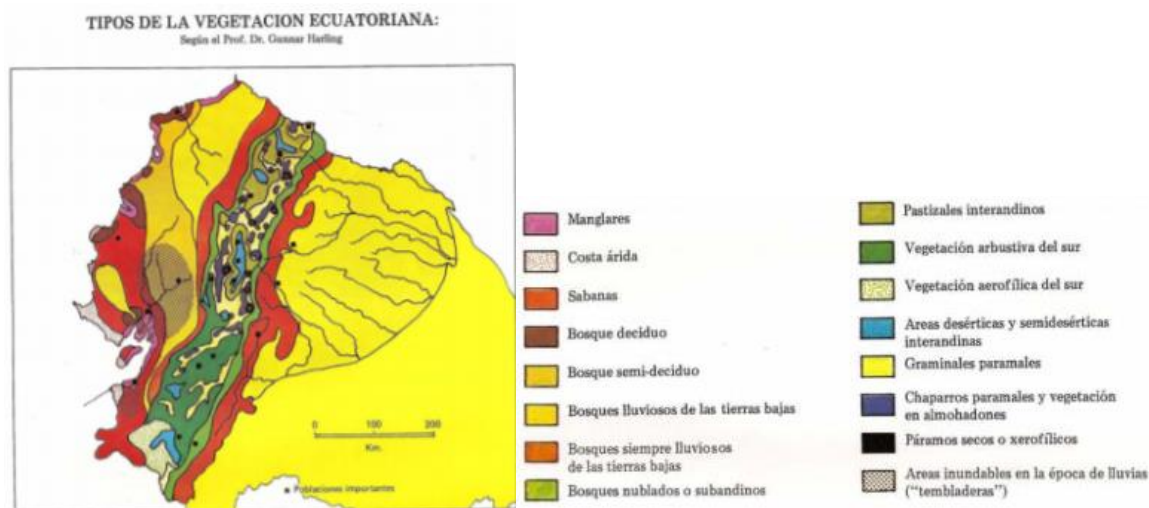
	PH-1	PH-1S
SiO <sub>2</sub>	50.6	50.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.7	13.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.60	.90
FeO	10.0	10.0
MgO	7.6	9.5
CaO	11.3	10.0
Na <sub>2</sub> O	2.2	1.9
K <sub>2</sub> O	.51	.41
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	.27	.37
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	.06	.00
TiO <sub>2</sub>	2.3	2.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.30	.28
MnO	.18	.19
CO <sub>2</sub>	.02	.01
	99.60	99.40



## 4.1.2 FIBRAS VEGETALES

### 4.1.2.1 ECUADOR COMO PRODUCTOR DE FIBRAS NATURALES

“La flora ecuatoriana es muy rica y variada debido a la diversidad de los medios ecológicos” (Patzelt, 2014). En el Ecuador se pueden encontrar más de 25.000 especies distintas de flora. Nuestro país cuenta con varios pisos climáticos que permiten la adaptación óptima de una amplia gama de vegetación, a las diversas condiciones de clima y suelo que existen, la variedad de dichos pisos altitudinales permite el desarrollo de condiciones vegetativas únicas. En un solo país existen varios ecosistemas que van desde manglares, selvas tropicales, bosques, desiertos, montañas, valles, paramos y hasta cúspides nevadas. (Patzelt, 2014).



*Figura 10* Tipos de vegetación ecuatoriana por Sectores.  
Tomado de: Patzelt, 2014)

La amplia diversidad de vegetación ecuatoriana ha servido para la producción de diversos productos y artesanías representativas del país. Sin embargo, solo alrededor de 300 especies son utilizadas para la fabricación de productos, dejando de lado una inmensa cantidad de varias otras especies, sin utilidad alguna, mismas que podrían aprovecharse para la obtención de recursos económicos para el país. Actualmente las fibras adquirieron mayor relevancia en el mercado global gracias a la gran necesidad de sustituir “las fibras sintéticas, que causan un impacto negativo en el ambiente” (Kintto, 2000).

Con el objetivo de incitar el cultivo, uso y comercialización de fibras naturales en el Ecuador, La Universidad Católica inauguró el primer Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Industrial de Fibras Naturales en Ibarra. Para diagnosticar los tipos de fibra vegetal, sus beneficios, su índice de reproducción y si existen potenciales mejoras en sus propiedades al someterlas a diversos procesos. El centro primero realizó un inventario vegetal que determine cuáles,

cuantas, y donde se encuentra las especies de fibras naturales óptimas para su explotación e industrialización, pero que al hacerlo no provoque ningún tipo de daño al ambiente (Kintto, 2000).

"Las fibras sintéticas son muy negativas porque tardan más de 500 años en descomponerse, por eso en Europa se está yendo hacia las naturales" (Kintto, 2000), Afirmando "el director del Instituto de Fibras Naturales de Polonia, Ryszard Kozlowski" (Kintto, 2000). Por lo que se recomienda empezar a cultivar, trabajar y exportar, de forma inmediata y consiente, las fibras naturales que se disponen en nuestro país. Ecuador es el país con la mayor cantidad de fibras "vegetales por kilómetro cuadrado en América Latina, es por eso que se le considera el país de las fibras naturales" (Kintto, 2000).

Usualmente las fibras naturales en el Ecuador son mayormente utilizadas para artesanías o sirven simplemente para exportación, pero no se ha desarrollado una industria que se dedique a producir las fibras vegetales no convencionales en distintos productos. Las plantas utilizadas comúnmente en artesanías ecuatorianas son:

la "cabuya, totora, abacá, ceibo, palmas, paja toquilla, algodón, lufa, bambú, bejucos, pitigua, balsa, matapalo, caucho, rampira, anona, batea, achiote, majagua, higuierón, ortiga, mimbre, bejuco real y auro. Pero como país tenemos muchas más especies a la mano y es necesario que las fibras encuentren distintas aplicaciones para atraer recursos al país" (Kintto, 2000).



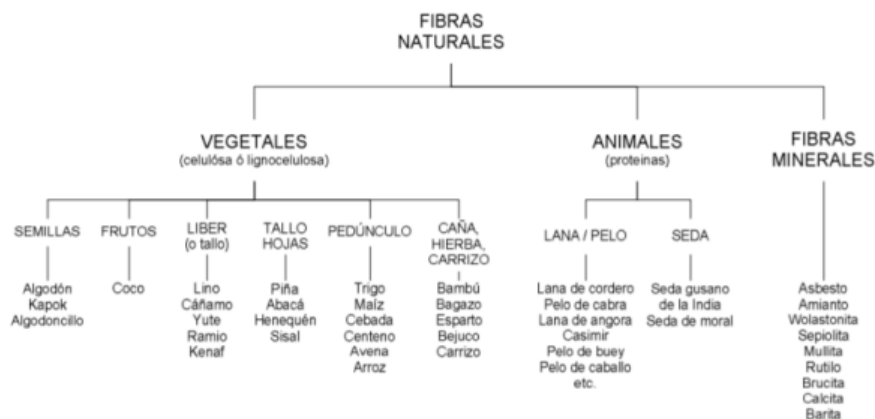
Según Andrés Simbaña, coordinador del Centro, “Es importante profundizar en la investigación sobre las fibras vegetales porque puede ser una salida creativa a la difícil situación económica que deben soportar algunos sectores” (Kintto, 2000)

#### 4.1.2.2 FIBRAS VEGETALES ECUATORIANAS Y SUS COMPOSICIÓN QUÍMICA

La fibra vegetal es el material fibroso de origen natural. Ventajosamente, como país, tenemos una gran variedad de fibras naturales, de las cuales sus cualidades principales dependerán de su origen. En el caso de las fibras vegetales, sus propiedades también se verán influenciadas por el área de la planta de la que fue extraída. Por ejemplo, las fibras extraídas del tronco, como el yute o el lino, son delgadas y bastante rígidas y las que son extraídas de las hojas, como el sisal o el abacá, suelen ser hebras gruesas y fuertes.

Tabla 5 “Clasificación de las fibras naturales de acuerdo a su origen (Mohanty & Misra, 2005)”.

Tomado de: Paez, 2007



“Las características de las fibras naturales se desarrollan dependiendo del clima, las condiciones de suelo, la edad de la planta, etc” (Corrales, 2002). sin embargo, estos factores también afectan su composición química. “Las fibras naturales de origen vegetal están constituidas por celulosa, hemicelulosa y lignina” (Cadena, Leterrier, & Manson, 1994). “La cantidad de celulosa, influye en la resistencia mecánica de la fibra, mientras que la lignina le da rigidez y protege la fibra de factores ambientales” (Corrales, 2002). La composición química de cada una de las fibras de vidrio, varía según la especie y el sector donde fue cultivada. Su estructura también alterara las propiedades de las fibras. (Paez, 2007)

*Tabla 6 Composición química de fibras naturales del Ecuador.*

*Tomado de: Fajardo, Valarezo, Lopez, & Sarmiento, 2013*

Fiber	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Pectin (%)	Waxes (%)	Humidity (%)
Pineapple	80 - 81	16 - 19	12	2 - 2.5	-	-
Banana	60 - 65	6 - 19	5 - 10	3 - 5	-	10 - 12
Sisal	66 - 78	10 - 14	10 - 14	10	2	10 - 22
Abacá	56 - 63	21	12 - 13	0.8 - 1	-	5 - 10
Henequén	60 - 78	4 - 28	8 - 13	3 - 4	-	-
Coconut	32 - 43	0.15 - 0.25	40 - 45	3 - 4	-	8
Kenaf	45 - 57	21.5	8 - 13	0.3 - 5	-	-
Jute	61 - 71.5	13.6 - 20.4	12 - 13	0.2	0.5	12.5 - 13.7
Wheat	29 - 51	-	16 - 21	26 - 32	-	-
Oats	31 - 48	-	16 - 19	27 - 38	-	-
Barley	31 - 45	-	14 - 15	24 - 29	-	-
Rice	28 - 48	-	12 - 16	23 - 28	-	-
Bagasse	32 - 48	30	18 - 26	27 - 32	-	-
Bamboo	26 - 43	-	21 - 31	15 - 26	-	-

*Tabla 7 Composición química de fibras vegetales*

*Tomado de: Fajardo, Valarezo, Lopez, & Sarmiento, 2013*

Fibra	Celulosa (% peso)	Hemichel. (% peso)	Pectina (% peso)	Lignina (% peso)	Extractiva (% peso)	Humedad (% peso)
Lino	71.2	18.6 - 20.6	2.3	2.2	6.0	8 - 12
Cáñamo	70 - 74.9	17.9 - 22.4	0.9	3.7 - 5.7	3.1	6.2 - 12
Yute	61 - 71.5	13.6 - 20.4	0.2	8.1 - 13	1.8	12.5 - 13.7
Kenaf	45 - 57	21.5	3 - 5	8 - 13		
Ramio	68.6 - 76.2	13.1 - 16.7	1.9	0.6 - 0.7	6.4	7.5 - 17
Henequén	77.6	4 - 8		13.1		
Abacá	63 - 70.1	20 - 21.8	0.6 - 1	5.7 - 6	1.8	5 - 10
Sisal	67 - 78	10 - 14	10	8 - 14	1.6	10 - 22
Algodón	82.7 - 92.9	2.6 - 5.7	2.6		1.9	7.85 - 8.5
Miraguano	64	23	23	13		
Bambú	35 - 60.8	15		27 - 32.2		
Coco	32 - 43	0.15 - 0.25	3 - 4	40 - 45		8
Banana	63 - 64	10		5		10 - 12
Phormium	71.3					
Ortiga	86					11 - 17

#### 4.1.2.3 TIPOS DE FIBRAS VEGETALES ECUATORIANAS: PROPIEDADES Y USOS

Dentro de las 25 mil especies de plantas que la fauna ecuatoriana nos tiene que ofrecer, varios tipos fueron seleccionados según sus propiedades y aplicaciones potenciales. Las fibras analizadas son las más apropiadas para complementarse entre sí y crear un sustitutivo viable a la fibra de vidrio sintética. Las fibras seleccionadas fueron:

**El abacá** o Cáñamo de Manila, es una fibra larga y delgada con un coeficiente de resistencia mecánica muy alta, capacidad de flotar elevada y muy resistente al agua salada. Está compuesta por más del 15% de lignina. La extensión de la fibra es de 3 metros y es extraída de la hoja de la planta. El abacá es capaz de ahorrar energía, y muy utilizada como suplente de la fibra vítrea en la producción náutica y automovilística, en la fabricación de ropa, textiles, tapicería y en la producción del papel moneda. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

**El bonote** tiene mayor lignina que cualquier otra fibra, es muy fuerte pero poco flexible y no se lo puede tinturar. No es tan resistente a la tensión como el abacá, pero combate la acción microbiana de manera exitosa, al mismo tiempo que se opone al daño por agua salada. Resiste a los rayos UV, absorbe líquidos de manera eficaz y se degrada completamente en el ambiente. “El bonote es una fibra corta y rústica que se obtienen de la cáscara del coco y se utiliza comúnmente para realizar sogas, colchones y geotextiles” (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

**El lino** es una fibra altamente celulosa, fuerte y rígida. Con resistencia mecánica elevada y poco elástica, por lo que tiende a arrugarse mucho. “Pueden tener hasta 90 cm de largo y de 12 a 16 micras de diámetro” (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). Absorben y expulsan líquidos de forma óptima y es un excelente conductor térmico, ya que se mantiene la temperatura fresca y es perfecto para las zonas cálidas. Usualmente es utilizada para fabricar textiles para de todo tipo y son mayormente requeridos en la industria automotriz y mobiliaria (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

El **cáñamo** tiene fibras largas, fuertes y durables, extraída del tallo de la planta. Está compuesto de 70% de celulosa y de 8 a 10% de lignina alrededor y su diámetro puede variar de 16 a 50 micras. Es buen conductor térmico, se puede tinturar, es resistente a la humedad y por ende al hongo, polariza los rayos solares, atrapa entre sus filamentos emisiones de carbón y es anti-bacterial. La fibra de cáñamo también se puede hilar y tejer, y se la puede "algodonizar" con algodón, lino, seda o lana para mejorar sus propiedades y suavizarla. Se la puede utilizar para generar papel y lonas para la industria automotriz y de construcción. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

**El yute** o fibra dorada, se extrae del tallo de la planta y es exageradamente factible y económico su cultivo y cosecha. Tiene hebras fuertes, extensas, suaves y radiantes, que pueden llegar a medir “de 1 a 4 metros, con un diámetro de 17 a 20 micras” (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). Es una fibra muy aislante y antiestática, pero no es capaz de absorber líquidos correctamente, por lo que se daña rápido, cuando entra en contacto con la humedad. Tampoco puede conducir el calor de forma adecuada,

pero a pesar de esto, se la utiliza para elaborar sacos, textiles y de calzado. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

**Ramio** es una fibra relativamente corta puede alcanzar una extensión máxima de 190 centímetros, pero es bastante gruesa en relación con las demás, tiene diámetros que varían de 25 a 30 micras. Su absorción y densidad es buena, es una fibra fuerte, fácil de tinturar, pero con baja elasticidad. El ramio tiene fisuras transversales que ayudan a su ventilación. Puede hilarse para producir hilos finos, brillantes, livianos, y sedosos. Son usadas para realizar sogas y redes y se las puede combinar con distintas fibras vegetales para mejorar sus cualidades. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

**Sisal** es una fibra que puede llegar a medir hasta “1 metro de longitud, con un diámetro de 200 a 400 micras” (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). Es una fibra extremadamente gruesa, dura y poco elástica. Es una fibra resistente que no puede atrapar la humedad, aunque puede soportar niveles altos de agua salada sin dañarse. Es un material que reemplaza al asbesto y la fibra de vidrio, muy útil en la industria mobiliaria, automotriz y naval cuando está compuesta con distintos materiales que la refuercen. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009).

Las fibras mencionadas previamente son simplemente un extracto de enorme cantidad de especies de fibras vegetales que tiene el Ecuador. Se las eligieron por su fácil acceso, obtención y cultivo para la facilitación de este proyecto y según las propiedades mecánicas que puedan proporcionar. Existen más fibras que eventualmente se pueden tomar en cuenta para este trabajo, por lo que se

adjuntaran dos tablas con otras fibras disponibles en el Ecuador y factibles para sustituir de manera eficaz la fibra vítrea sintética.

*Tabla 8 Propiedades mecánicas de fibras naturales del Ecuador.*

*Tomado de: Fajardo, Valarezo, Lopez, & Sarmiento, 2013.*

Fiber	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Diameter ( $\mu$ m)	Length (mm)	Elongation (%)	Tensile Resistance (MPa)	Modulus (GPa)	Specific modulus
Kenaf core	0.31	18 – 37	0.4 – 1.1	–	–	–	–
Kenaf external	1.2	12 – 36	1.4 – 11	2.7 – 6.9	295 – 930	–	–
Jute	1.46	5 – 25	0.8 – 6	1.5 – 3.1	187 – 773	10 – 30	7 – 21
Bagasse	0.55 – 1.25	32 – 43	0.8 – 2.8	0.9	20 – 290	2.7 – 17	5 – 14
Bamboo	0.6 – 0.8	7 – 27	1.5 – 4.4	2.88 – 3.52	187 – 1152	8 – 150	–
Coconut	1.15 – 1.46	0.3 – 3	0.3 – 3	1.5 – 25	131 – 220	4 – 6	2.58 – 4.10
Pineapple	1.5 – 1.56	8 – 41	3 – 8	1 – 3	170 – 1627	62.182	4 – 53
Banana	1.3 – 1.35	50 – 280	–	3 – 10	529 – 914	7 – 32	5 – 24
Sisal	1.3 – 1.5	7 – 200	0.8 – 8	1.9 – 3	507 – 855	9.4 – 28	7 – 19
Abaca	1.3 – 1.5	17 – 21	–	2.7	400 – 1289	45 – 72	35 – 50
Henequén	1.4	8 – 33	–	3 – 4.7	430 – 580	10 – 16	7 – 11
Glass E	2.56	8 – 14	–	1.8 – 3.2	1400 – 2500	76	30

*Tabla 9 “Comparación de propiedades de fibras vegetales con la fibra de vidrio.*

*Tomado de: Páez, 2007.*

Fibras	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Resistencia Tensión (MPa)	Módulo (GPa)	Elongación Fractura (%)	Absorción de Humedad (%)
Vidrio – S	2.5	2000-3500	70	2.5	---
Vidrio – E	2.5	4570	86	2.8	---
Aramida	1.4	3000-3150	63-67	3.3-3.7	---
Carbón	1.4	4000	230-240	1.4-1.8	---
Cáñamo	1.4	690	35	1.6	8
Yute	1.3	393-773	26.5	1.5-1.8	12
Ramio	1.5	400-938	61.4-128	3.6-3.8	12-17
Coco	1.2	175-220	4-6	15-30	10
Sisal	1.5	511-635	9.4-22.0	2.0-2.5	11
Abacá	1.30	400-1289	45	2.7	8 - 10
Lino	1.5	345-1035	27.6	2.7-3.2	7
Algodón	1.5	393-773	26.5	7-8	8-25

*Tabla 10 Propiedades físicas-mecánicas de fibras naturales ecuatorianas.*

*Tomada de: Guerrero, y otros, 2013.*

<b>Fibra</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Resistencia a tracción (MPa)</b>	<b>Módulo de Young (GPa)</b>	<b>Elongación a la ruptura (%)</b>
Sisal	1,27-1,50	126-800	3,80-62,0	2,8-10
Coco	1,15-1,50	95-149	2,80-13,7	3,3-5,1
Yute	1,50	320-500	12,0-100	1,3-2,8
Malva	1,41	160	17,4	5,2
Ramio	1,51	393-900	7,30-25,0	1,8-5,3
Abacá	1,30	307	19,79	-

#### 4.1.2.4 BENEFICIOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DE FIBRAS NATURALES

Las fibras vegetales no solo tienen propiedades que prometen otorgar innovación en la producción de artículos que las utilicen como materia prima. El cultivo de las fibras vegetales también trae consigo un montón de beneficios medioambientales, que pasamos por alto cuando se habla de esta actividad agrícola. De forma general, el sembrío extenso de todo tipo de plantas no solo aporta a la economía del agricultor, sino que también ayuda mucho a la producción de oxígeno limpio, cuando “el dióxido de carbono de la atmósfera es absorbido, durante el proceso de fotosíntesis, y los transforma en oxígeno puro” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019).

Por otro lado, un poco más específico, si hablamos de los beneficios ambientales generados a consecuencia del cultivo de ciertas fibras vegetales que nos interesas para este proyecto, podemos darnos cuenta que su aporte es mucho mayor al que esperábamos. Por ejemplo, en el caso del abacá, su plantación

*puede reducir al mínimo los problemas de erosión y sedimentación en las zonas costeras que son importantes para la cría de pescados de mar. También Mejorará la capacidad de retención de agua del suelo y se prevendrán las inundaciones y los deslizamientos de tierra. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019).*

Por otra parte, ningún elemento de la planta de abacá es desperdiciada, ya que hasta su más mínimo desecho puede ser utilizado como fertilizante orgánico que ayude al desarrollo de otras plantas. Al mismo tiempo, se prevendría la erosión de la tierra y se podría restituir significativamente la biodiversidad de la zona. Si las condiciones de suelo mejoran, se podría introducir la palma de coco en esta zona de selva húmeda tropical e incrementar su vegetación. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura, 2019)

En el caso del yute, es una de las fibras más amigables con el ambiente gracias a su capacidad de biodegradarse completamente y puede reciclarse de manera efectiva. La plantación de yute absorbe alrededor de “15 toneladas de CO<sub>2</sub> y emite 11 toneladas de oxígeno. Cuando llega el fin de su vida útil, su cultivo incrementa la fertilidad del suelo y si se lo llega a quemar, este no genera ningún tipo de gas tóxico” (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).



Al igual que el abacá, las plantaciones de bonote o de palma de coco ayudan a solucionar el problema de la erosión. Estos favorecen a la repoblación forestal ya que retienen la humedad de la lluvia y del ambiente, a través de sus hojas, y lo redirigen a sus raíces para impedir que el piso se seque. También resguarda el suelo contra la degradación por rayos UV y lo cuidan hasta tres años, abriendo paso a la proliferación de nueva flora. (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019)

Por último, y por supuesto no menos importante, el sisal es un material 100% renovable y clave en la solución global del cambio climático. Es capaz de absorber grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y todos sus elementos pueden descomponerse en la biosfera automáticamente. Sus restos son completamente orgánicos y pueden originar bioenergía, fertilizantes y material de construcción. Esta planta también controla la erosión de la tierra, las cuencas hidrográficas y las posibles plagas e infiltraciones de depredadores a los cultivos que protegen, formando una muralla natural. (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). Desafortunadamente el sisal es una de las fibras vegetales que se producen en cantidades limitadas y exclusivas en el país.

#### 4.1.2.5 *ABACÁ COMO SUSTITUTO DE FIBRA DE VIDRIO*

El abacá o cáñamo de Manila, se obtiene principalmente de las hojas del mismo árbol de abacá. Este tipo de planta pertenece al grupo de las Musáceas y originalmente es procedente de Filipinas y destinada exclusivamente a zonas húmedas (Textile Learner, 2013). El abacá es un árbol familiar al del banano, por lo que se puede encontrar principalmente en trópicos húmedos. La cosecha del abaca en el Ecuador se da muy fácil, gracias a su adaptación exitosa desde Asia, pero la recolecta de la fibra de abacá es muy trabajoso, El tallo debe ser cortado

cuidadosamente en tirillas, luego se las raspa para extraer su pulpa y finalmente se las lava, para posteriormente secarlas y exportarlas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019)

Las diversas variedades que existen de la planta de abacá son muchas, “Las más comunes que han sido tradicionalmente cultivadas son: bungalow: tipo negro y rojo, Tangongon: en tres tipos diferentes: negro, rojo y meristimático, y Maguindanao: tipo rojo y verde” (El Productor, 2012). Pero sin importar el tipo de planta que se use, la fibra de abacá se caracteriza por su amplia gama de aplicaciones potenciales. Por ejemplo, inicialmente se la utilizó para realizar la estructura externa de barcos, papel manila, redes, textiles, tapices, etc. Actualmente se ha considerado más las propiedades que esta fibra tiene para ofrecer. “El abacá se considera la fibra natural más fuerte, tres veces más fuerte que la fibra de sisal, y es mucho más resistente a la descomposición del agua salada que la mayoría de las fibras vegetales” (Textile Learner, 2013). Es por eso, que se considera como una de las fibras del futuro, ya que puede ser explorada y explotada de distintas formas para mejorar la economía de países como el Ecuador.

El abacá tiene altas expectativas de reemplazar a la fibra vítrea en varias partes de autos, se han realizado diversos estudios sobre cómo el abacá puede funcionar como material de reforzamiento polimérico para la fabricación de piezas de fibra de vidrio, pero lo que se espera es reemplazar al 100% los componentes sintéticos de la fibra vítrea, como se la conoce hoy en día, por elementos completamente ecológicos y amigables con el ambiente, con los trabajadores y los usuarios, para eliminar todo aspecto nocivo que la fibra de vidrio original representaba.

Tabla 11 “Comparación entre fibras vegetales (FV) y fibra de vidrio”.

Tomada de: Páez, 2007.

	Fibra Vegetales	Fibra de vidrio
Densidad	Baja	Doble que las FV
Costo	Bajo	Bajo, mayor a las FV
Renovable	Si	No
Reciclable	Si	No
Consumo de energía	Bajo	Alto
CO <sub>2</sub> neutro	Si	No
Abrasión a máquinas	No	Si
Riesgo a la inhalación	No	Si
Eliminación	Biodegradable	No biodegradable

Tabla 12 “Compuestos de matriz termoestable reforzados con fibras naturales”.

Tomado de: Guerrero, y otros, 2013

Tabla 13 Compuestos híbridos de matriz de poliéster.

Tomado de: Guerrero, y otros, 2013

Refuerzo	Configuración de la fibra	Fración volumétrica de refuerzo
Abacá	Fibra corta de 5 mm	0.20
	Fibra corta de 10 mm	0.25 0.30
	Fibra continua longitudinalmente orientada	0.35
Cabuya	Fibra continua longitudinalmente orientada	0.23 0.39
	Tejido orientado a 45°	0.28 0.34
	Tejido orientado a 0°	0.28 0.34
	Tejido alternado orientación 0 y 45° (temperatura ambiente, 15 días)	0.34
	Tejido alternado orientación 0 y 45° (40°C y 16 horas)	0.34
	Tejido alternado orientación 0 y 45° (40°C y 24 horas)	0.34
	Tejido orientado a 0° (sin estireno)	0.34
	Tejido alternado orientación 0 y 45° (sin estireno, curado a temperatura ambiente, 15 días)	0.34
	Tejido alternado orientación 0 y 45° (sin estireno, curado a 40°C y 24 horas)	0.34

Refuerzo	Configuración de la fibra	Fración volumétrica de refuerzo	Porcentaje relativo de refuerzos
Abacá/ Vidrio	Fibra corta de 10 mm	0.15 0.20	Fn 100 / Fv 0
	Fibra continua longitudinalmente orientada		Fn 75 / Fv 25
	Tejido plano		Fn 50 / Fv 50 <sup>a</sup>
	Tejido sarga		Fn 25 / Fv 75
Coco/ Vidrio	Fibra corta	0.10	Fn 0 / Fv 100
		0.15	

a. Fn50Fv50 significa 50% de fibra natural “Fn” y 50% de fibra de vidrio “Fv”

#### 4.1.2.6 PRODUCCIÓN Y CULTIVO DEL ABACÁ EN ECUADOR

El abacá tiene un ciclo de producción perenne, esto significa que el tiempo de desarrollo que puede tomar el cultivo de 18 a 24 meses, pero ya una vez que se desarrolló completamente la plantación, se puede cosechar cada dos o tres meses (El Agrónomo Orgánico, 2012). Para una producción óptima las condiciones de suelo deben ser muy favorables: el cultivo debe darse sobre tierra arcillosa, fértil, con alto porcentaje de materia orgánica, debe retener humedad, pero no inundarse y sobre todo estar situado en una locación donde exista clima cálido húmedo y llueva bastante. La luz y humedad son factores que pueden favorecer como perjudicar el proceso de cultivo. (El Agrónomo Orgánico, 2012)

*El líder mundial en producción de abacá es Filipinas, donde la planta se cultiva en 130 000 hectáreas por unos 90 000 pequeños agricultores. Aunque también se cultiva en otros países de Asia sudoriental, el segundo productor mayor es Ecuador, donde se produce en grandes fincas y la producción está cada vez más mecanizada (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019).*

En 2010, Filipinas cosechó 57 000 toneladas de fibra de abacá, mientras que Ecuador solo alcanzó las 10 000. El abacá se está tomando en cuenta para el desarrollo de varios productos, lo que por consiguiente genera una mayor demanda. La industria del abacá está valorada en 60 millones de dólares al año a nivel mundial y esta es mayormente enviada a Europa, Japón y los Estados Unidos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019)

“En el año 2000 el Ecuador alcanzó las 14800 hectáreas de cultivo de abacá, las mismas que se encuentran ubicadas entre las provincias de Pichincha, Esmeraldas y Manabí. Las principales zonas productoras son La Concordia (39%) y Santo Domingo (36%)” (Junovich, 2002). La ganancia conseguida en el Ecuador por el comercio externo de abacá, en el 2006, fue de 3166 millones de dólares FOB, si comparamos este valor con el ingreso del 2005, hay un aumento del 0.5%. (Banco Central del Ecuador, 2017)



*Figura 11* Exportaciones de Abacá en miles de US Dólares.  
Tomado de: Banco Central del Ecuador, 2017

La exportación de abacá a distintos países representa un beneficio económico al país muy grande. El mayor país que importa fibra de abacá ecuatoriana es Filipinas. “Su importancia alcanzó el 44.82% como destino de exportación al exportarse en el año 2017. Reino Unido constituye como el segundo país de destino de abacá, con 30.57%” (Camelle, 2018)

Furukawa es la empresa de abacá más grande de Ecuador. Se dedican al cultivo, la industrialización, comercialización y exportación del abacá. (Espinoza, 2016). “En

*los últimos 5 años el promedio de su exportación fue de 9387 toneladas de abacá. Por esta cantidad, el país percibe anualmente un promedio de USD 15 millones” (Banco Central del Ecuador, 2017). Sin embargo, su porcentaje de crecimiento no ha sido tan significativo como se esperaba, esto se debe a la disminución del área cultivada, debido al pago mínimo que se les dan los agricultores y “la dependencia del mercado exterior, ya que en Ecuador no existe industria que utilice el abacá como materia prima para el desarrollo de nuevos productos, al mismo tiempo, no existe una normativa que alenté el cultivo de productos biodegradables” (Paez, 2007), que apoye a la exploración de materiales ni que controle las condiciones de las empresa exportadoras de abacá y sus trabajadores.*

#### **4.1.3 CONDICIONES Y ACTORES EXTERNOS**

##### **4.1.3.1 INDUSTRIALES: CASO FURUKAWA**

Furukawa es una empresa japonesa que llegó al Ecuador en 1963 para comenzar una nueva industria de fibras vegetales. Importaron semillas de abacá desde Filipinas e instalaron sus plantaciones en “la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas”, por sus excelentes condiciones de clima y suelo (Espinoza, 2016). Hoy en día, la empresa “cuenta con 32 haciendas que ocupan una superficie de 2.300 hectáreas repartidas en esa y en dos provincias más, Los Ríos y Esmeraldas” (CAZAR & MORÁN, 2019). “Esta empresa tiene registrado a 198 trabajadores que extraen abacá en sus plantaciones para venderlas a la empresa, pero no tienen vínculo laborales o legales alguno” (CAZAR & MORÁN, 2019).

Al inicio de 2019, surgieron a la luz varios casos de demandada contra empresa Furukawa. “Hombres, mujeres y niños producen abacá en condiciones precarias y afirman que en los campos de la empresa persiste la violación de sus derechos

laborales y básicos” (CAZAR & MORÁN, 2019). La extracción de la fibra de abacá es un trabajo arriesgado y muy elaborado. Sus filamentos son tan peligrosos que pueden mutilar extremidades. (BENAVIDES, 2019). *“La Defensoría del Pueblo y cuatro ministerios (Salud, Inclusión Social, Trabajo y Gestión de la Política) han corroborado que existen personas con discapacidad por accidentes laborales en las tierras de Furukawa”* (CAZAR & MORÁN, 2019).

Los trabajadores de Furukawa afirman que la mayor parte de los accidentes son provocados por máquinas desfibradoras que no se han sometido a mantenimiento ni han sido sustituidas desde el día que inicio la empresa. (CAZAR & MORÁN, 2019).

En una inspección realizada el 20 de noviembre de 2018 a Furukawa, el Ministerio de Trabajo halló 31 incumplimientos a las normas de seguridad y salud, entre ellos, la falta de información de los trabajadores sobre los riesgos en esas labores. (CAZAR & MORÁN, 2019).

Adicionalmente, el pago que la empresa ofrece a sus trabajadores es mínimo. Sus empleados comentan que ganan 10 centavos por cada tallo que cortan. Estudios realizados en 2018, demostraron que los ingresos mensuales de los trabajadores de Furukawa son alrededor de 6.452 dólares. (CAZAR & MORÁN, 2019).



*Figura 12* La mano de un niño de 12 años que se cortó 'tuseando', el dedo mutilado de un abacalero que se dedica.  
Tomado de: CAZAR & MORÁN, 2019.

El Informe De Verificación De Derechos Humanos realizado por la defensoría del Pueblo realizado en el año 2019 define al caso Furukawa como esclavitud moderna. Una gran cantidad de sus obreros son indocumentados, incluso algunos de ellos nacieron en los campos de la empresa. Su ambición por generar más ingresos se ve reflejado en el trabajo forzado en niños, adultos mayores, enfermos e incluso mujeres embarazadas. La empresa no les otorga a sus trabajadores ningún tipo de seguridad social ni beneficios laborales. Ya que ni si quiera existe un contrato con la empresa, a pesar de haber trabajado por años ahí o incluso vivir en los campamentos de Furukawa. (CAZAR & MORÁN, 2019).

Dentro de sus instalaciones residen todos sus trabajadores con sus familias. En un pequeño cuarto de bloque y cemento conviven entre 1 y 8 personas, sin baño, sin agua potable, ni luz eléctrica. Pero a pesar de las condiciones precarias, *“los abacaleros siguen trabajando para la empresa y soportando estas violaciones por*



*temor y por necesidad, esperan aún una respuesta de las autoridades ecuatorianas” (CAZAR & MORÁN, 2019).*



*Figura 13 Los cuartos de los campamentos son oscuros y viejos. La gente bebe agua de pozo y la luz la tienen por tres horas al día con una planta eléctrica. La cocina también es usada como habitación. Tomado de: CAZAR & MORÁN, 2019.*

Lamentablemente, el gobierno ecuatoriano no planea hacer nada al respecto, ya que temen que la empresa sea clausurada, puesto a que los ingresos que genera Furukawa representa un aporte significativo a la Economía del país. “Según cifras proporcionadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, durante el 2018 Ecuador recibió 17,2 millones de dólares por la exportación de 7.233 toneladas de la fibra de acaca por parte de la empresa Furukawa” (CAZAR & MORÁN, 2019).

#### 4.1.3.2 MERCADO O ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El Ecuador es un país que constantemente está siguiendo tendencias mundiales. Pero incluso puede tardar años en adaptarse a nuevos modelos internacionales. A pesar de que, en países de Asia y Europa, ya cesaron su producción de plásticos, por temas ambientales, y lo sustituyeron con fibras naturales (Yaconic, 2019), varios países, incluido el Ecuador, no están listos para descartar los polímeros de sus productos. El comportamiento de los consumidores se ve afectado por

costumbres, condiciones políticas, sociales y económicas. El remplazo de composites tan utilizados como lo es la fibra de vidrio, puede tardar en ser asimilado tanto por productores, como consumidores. Pero sigue la esperanza de que un nuevo material sustituto y más amigable con el ambiente será utilizado a futuro por grandes empresas, solo es cuestión de ampliar la exploración y experimentación de materiales bio-composites.

#### **4.1.4 PROBLEMÁTICA ACTUAL CON EL MEDIO AMBIENTE**

##### **4.1.4.1 MEDIO AMBIENTE**

Los polímeros o plásticos son el principal enemigo del planeta. Cada año, 8 millones de toneladas de basura son desplazados de su lugar de disposición final y terminan en mares y océanos contaminando cada vez más el medio ambiente. (Ambientum, 2019). *“El 43% de municipios del Ecuador dispone sus residuos sólidos en relleno sanitario; un 36%, en botaderos; y, el 21%, en celda emergente (un terreno destinado a este almacenamiento por un periodo específico)”*. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018; Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018). Sin embargo, esto no garantiza que el ciclo de vida útil de los productos termina ahí.

Las industrias no consideran la disposición final de sus productos. Por lo que no se percatan del impacto negativo que tienen como consecuencia en el ambiente. *“El impacto directo de la industria sobre la naturaleza se produce básicamente por la ocupación del espacio, la utilización de los recursos naturales y la generación de residuos: desechos y contaminantes”* (EuroSur, s.f.). *“Casi todos los productos fabricados por industrias consumen energía fósil, desde la extracción de materias primas hasta los procesos de producción, su consumo y su eliminación”* (Arregui, 2019).

“La aparición de la industria trajo consigo la emisión de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) provocando así un daño irreparable en la capa de ozono y la contaminación de aire, agua y suelo, como consecuencia de la lluvia acida” (Arregui, 2019). Adicionalmente, también se detono el incremento de la temperatura del planeta provocando inestabilidad climática, sequias y catástrofes naturales como inundaciones, terremotos, etc. Lo que terminara con el mundo como lo conocemos hoy en día. Para evitar la contaminación medioambiental debemos empezar concientizando a los diseñadores, productores y consumidores sobre el ciclo de vida de los productos y el impacto que tiene este en el ambiente. Por otro lado, se puede sustituir materiales sintéticos y procesos industriales, por otros más amigables que no ocasionen daño alguno en el planeta.

#### 4.1.4.2 ACUMULACIÓN DE DESECHOS SOLIDOS EN LA BIOSFERA

*En el Ecuador se recoge alrededor de 12 mil 897,98 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales solo un 37,1% de gobiernos municipales cuenta con procesos de separación en la fuente; es decir, diferencian los materiales orgánicos e inorgánicos, peligrosos y no peligrosos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018).*

Lo que significa que más de un 50% de los desechos industriales peligrosos, como lo es la fibra de vidrio, terminan en rellenos sanitarios comunes contaminando así el ambiente y a todas las personas que estén en contacto con ellos.

La industria del plástico, a nivel mundial, incremento su producción de forma excesiva en los últimos 50 años, sobre todo en las últimas décadas. Cada segundo

que pasa, más de 200 kilos de basura termina en los océanos, de los cuales el 80% se llegan desde la tierra. Se predice que en 2020 la industria del plástico habrá incrementado su producción en un 900% de plástico desde 1980. (Ambientum, 2019). Cifra que es altamente alarmante, considerando que los plásticos pueden tardar hasta 500 años en degradarse y la acumulación de basura en la biosfera será más preocupante y peligrosa aún.

#### 4.1.4.3 *IMPACTO AMBIENTAL DE LA FIBRA DE VIDRIO*

Dejando de lado los temas mencionados anteriormente, como la contaminación de las fábricas, de los procesos productivos y la emisión de gases que pueden generar la manufactura de productos como la fibra de vidrio, Se debe hacer hincapié en su disposición final y como este afecta al planeta.

La fibra vítrea sintética se caracteriza por ser un material extremadamente resistente, no se oxida ni se deteriora con el tiempo, es un material muy fiel durante su tiempo de vida útil. Sin embargo, cuando esta ya deja de ser útil es desechada a botaderos industriales, donde permanecerá por largos periodos de tiempo ya que esta no tiene la capacidad de biodegradarse en la tierra. Adicionalmente este material tampoco puede reciclarse ni reutilizarse por lo que contribuye anualmente a la acumulación de residuos sólidos y al incremento del peligro a la salud que representa la carencia de una descomposición adecuada de la fibra de vidrio.

Cuando una pieza de fibra de vidrio se quiebra, sus filamentos quedan expuestos y todas las personas que estén en contacto con ellas están propensos a adquirir enfermedades a raíz de su toxicidad. *“Los niveles de contaminación en aire juegan un papel importante. Se entiende por transpirabilidad la relación entre*

*concentraciones de las partículas o fibras que se encuentran en el aire y de las partículas que alcanzan los espacios alveolares*". (Pietropaoli, Basti, Veiga-Álvarez, & Maqueda-Blasco, 2015). La contaminación atmosférica que generan los filamentos vítreos con solo estar suspendidos en el aire, no solo son nocivas para la salud de todo aquel que inhale sus partículas, sino que también representa un gran impacto negativo en el medio ambiente.

Por ejemplo, varios estudios han revelado que la fibra de vidrio no se disipa en el aire ni se diluye en el agua, y se preserva intacta por años. (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades, 2016). "Las fibras pueden entrar al aire, al agua y al suelo durante la manufactura, uso o disposición de materiales que contienen fibras vítreas sintéticas" (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades, 2016). Por otro lado, sus filamentos penetran en el ambiente y son trasladados por largas distancias gracias a las corrientes aéreas. (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades, 2016). Actualmente se puede medir concentraciones elevadas de fibra de vidrio en el aire cerca de botaderos industriales y rellenos sanitarios, lo que representa un grave problema, ya que eventualmente toneladas de fibra de vidrio serán desechadas a los basureros y sus filamentos se infiltrarán en la atmósfera y serán progresivamente, más contaminantes para el planeta. (Rachel's Environment & Health Weekly, 1995).

*"La fibra de vidrio, un material que la naturaleza no fabrica, ahora se puede medir en todas partes en el aire. El aire en las ciudades, las zonas rurales, y las cumbres remotas de las montañas, ahora contienen concentraciones mensurables de fibra de vidrio. Si la curva de dosis-respuesta es una línea recta (es decir, si la mitad de la fibra de vidrio causa la mitad de la cantidad de cáncer) y si no hay una dosis umbral (ninguna dosis por debajo de la cual desaparece el peligro de cáncer), entonces estamos exponiendo a 5.700 millones de habitantes humanos a bajas*

*concentraciones de fibra de vidrio que inevitablemente causarán estragos y un exceso de cáncer en una parte de la población” (Rachel's Environment & Health Weekly, 1995). Que al mismo tiempo simboliza un prejuicio medioambiental significativo.*

## 4.2 ASPECTOS REFERENCIALES

### 4.2.1 EXPERIMENTACIÓN DE MATERIALES.

#### 4.2.1.1 ENTRENIEBLA

EntreNiebla es un EJERCICIO chileno para el “desarrollo de un material compuesto con residuos de mimbre” (Martel & Pacheco, 2018). Jenny Martel Jachura y Romina Pacheco Alarcón, realizaron este estudio en 2018 con el objetivo de investigar y experimentar materiales composites fabricados a base de residuos orgánicos. Este proyecto busca elaborar un nuevo material sustituto a los polímeros, a base de los desechos fibra de huir de mimbre que no se utilizara por artesanos chilenos y trabajando con tecnología de baja complejidad. (Martel & Pacheco, 2018)



*Figura 14* Prueba perforación, grabado láser y teñido de Entreniebla.  
Tomado de: Martel & Pacheco, 2018

Para el desarrollo de este proyecto se calculó la cantidad de restos de mimbre que “los artesanos de Chimbarongo desechaban al día, para diagnosticar la capacidad productiva del material; y luego se validó el proceso de composición y conformación del material compuesto, para establecerlo” (Martel & Pacheco, 2018), como el proceso a tomar un futuro si se lo quiere replicar o si alguien desea, a través de una ficha técnica, conocer sobre las propiedades principales de este nuevo material. (Martel & Pacheco, 2018).

Finalmente, se determinaron posibles aplicaciones del producto y se lo utilizó para el desarrollo de un nuevo material de empaque de los mismos productos fabricados por la comunidad de artesanos de Chimbarongo. Este nuevo envase no solo permite el buen uso de material de desecho del mimbre, prolongando su vida útil, sino que también les da un valor agregado a los productos locales. Al mismo tiempo que reduce un impacto ambiental negativo al reducir productos hechos de plásticos y la liberación de CO<sub>2</sub> que genera la combustión de los residuos del mimbre. (Martel & Pacheco, 2018).

#### *4.2.1.2 HEMPCRETE*

Si desglosamos el término Hempcrete, tenemos la definición exacta de lo que trata este proyecto, hormigón de cáñamo, ya que consiste en la unión de la palabra Hemp (cáñamo) y concrete (hormigón) en inglés. Hempcrete, es un material biocompuesto que brinda varios beneficios, es fabricado a partir de la fibra del cannabis y que se puede usar en la construcción como sustituto a materiales como el hormigón y el aislamiento tradicional (Design Buildings, 2017)



*Figura 15* Bloque de hempcrete, una de las muchas formas de utilizarlo.  
Tomado de: Ochando, 2013.

“Hempcrete es un material muy resistente” (Ochando, 2013). Para construir un bloque se requieren las fibras más del cáñamo con la mayor cantidad de celulosa posible y se mezclan con arena, agua y piedra caliza en polvo, o más conocido como cal, para generar un tipo encolado que se puede modelar de la forma deseada para el tipo de construcción que se requiere. El hempcrete puede servir para la fabricación de ladrillos, paredes y cimientos. Al ser un engrudo moldeable, también se la puede aplicar con las manos y sin necesidad de utilizar herramienta alguna. (Kannabia, 2019)





*Figura 16* Construcción de una vivienda con cerramientos de hempcrete.  
Tomado de: Ochando, 2013.

“Hempcrete es un material de construcción con excelentes propiedades. Está hecho de hojas de cal y cáñamo (un producto de desecho del cultivo de fibra de cáñamo) y se puede usar para paredes, pisos y aislamiento de techos. Hempcrete es transpirable, absorbe y emite humedad; esto ayuda a regular la humedad interna, evitando la humedad atrapada y el crecimiento de moho, y creando edificios más saludables. Proporciona un excelente aislamiento acústico y térmico, además de masa térmica. Es liviano, reduce los costos de construcción y es respetuoso con el medio ambiente: bloquea el CO<sub>2</sub> durante la vida útil del edificio y el cáñamo no requiere agroquímicos ni insecticidas en su cultivo” (Sparrow & William, 2014).

#### 4.2.1.3 FLUIDSOLIDS

“FluidSolids es un material compuesto biodegradable. Los componentes consisten en recursos renovables que se obtienen de subproductos industriales, por lo tanto, no se utilizan tierras agrícolas. El material es no tóxico, libre de olores y emisiones y tiene una huella de carbono mínima” (Architonic, 2013). Los biocompuestos de FluidSolids son el perfecto sustituto para los polímeros ya que cuentan con extraordinarias cualidades mecánicas y ayudan a preservación del medioambiente (FluidSolids, 2019). Al mismo tiempo que adquieren un valor agregado en cuanto a su excelente acabado y a su amplia gama de superficies, estructuras y colores (Architonic, 2013).



*Figura 17* Material compuesto biodegradable.  
Tomado de: FluidSolid, 2019

“Independientemente de si los residuos y residuos de origen biológico se generan durante el cultivo, la producción o el procesamiento de sus productos: FluidSolids AG desarrolla un biocompuesto para usted que se adapta a sus necesidades de la A a la Z, desde el tipo de residuos requeridos hasta los deseados” (FluidSolids, 2019). Lo que significa que “las características del material, como el color, la resistencia y la densidad, pueden ser adecuadas a los gustos y requerimientos del cliente” (FluidSolids, 2019).



*Figura 18* Proceso de transformación de desecho puro hasta producto fluidsolid.

Tomado de: FluidSolids, 2019

FluidSolids aprovecha los todos los restos y desperdicios para fabricar biocompuestos biodegradables, con el objetivo de minimizar el plástico y sus residuos de la biosfera. Para la realización de este material, se reutilizan las cáscaras de nuez, fibras de madera, mazorcas de maíz, cartón, fibras de cáñamo, algodón, café molido, papel y otro tipo de residuos de base biológica, con altos grados de celulosa (FluidSolids, 2019)

#### 4.2.1.4 LEAFPACK Y EMPAQUE VERDE ECUADOR

En un ámbito nacional encontramos vajillas y envases biodegradables a base de un sistema eco-composite de material orgánico y natural.

LeafPacks son platos hechos con fibras naturales, recolectadas y procesadas bajo criterios de comercio justo con manos de comunidades campesinas, que busca aliviar al planeta del consumo de productos desechables plásticos en la industria alimentaria a través de una alternativa sanitariamente segura, estéticamente atractiva y 100% biodegradable y compostable. (LeafPack, 2019).

LeafPack ofrece platos desechables fabricados a base de hojas, que prometen reducir el impacto ambiental de los desechos comunes con una alternativa biodegradable.



*Figura 19* Productos de Leaf Pack.  
Tomado de: LeafPack, 2019

EmpaqueVerde es una empresa ecuatoriana que produce y vende productos desechables orgánicos “a base de bagazo de caña y fibras de madera” (EmpaqueVerde Ecuador, 2019). Al ser realizados con materia prima natural y renovable, son una gran alternativa a empaques de comida de espuma foam, que, a diferencia de estos, no son 100% biodegradables, no minimizan los desechos, ni regresan a la naturaleza en forma de abono, como lo hace Leaf pack o empaque verde al final de su vida útil. (EmpaqueVerde Ecuador, 2019)



*Figura 20* Productos de Empaque Verde.  
Tomado de: Empaque Verde Ecuador, 2019.

#### 4.2.1.5 COCOFORM

Cocoform es una línea natural y sostenible de productos de packaging orgánico realizado a base de una mezcla de 60% de fibras de coco (bonote) y 40% de aglutinante natural. Ambos componentes son 100% renovables, biodegradables y compostables. Para su manufactura, se coloca en bonote en forma de capas, entre las cuales se inyecta el caucho de látex natural. Las láminas son prensadas contra moldes para otorgarlas la forma deseada. Con este proceso se pueden usar otro

tipo de fibras como el sisal, abacá, y la palma. (Material District, 2016). Cocofrom puede moldearse de cualquier forma deseada gracias a sus características de flexibilidad. (Enkev, 2019)



*Figura 21 Demostración de las aplicaciones de cocofrom.*

Tomado de: Material District, 2016.

## **4.2.2 ABACÁ EN LA INDUSTRIA**

### *4.2.2.1 APLICACIONES DEL ABACÁ*

El abacá es una fibra caracterizada por sus varias aplicaciones en el mercado. Actualmente el abacá es utilizado para la producción de papel moneda, papel manila, textiles y cuerdas, por potencias mundiales como Japón, Estados Unidos e Inglaterra, mismos países que reciben el mayor porcentaje de exportación de abacá ecuatoriana. Por otro lado, en empresas grandes como la Fiat en Brasil y Mercedes-Benz en Alemania, han implementado el uso del abacá como suplente de fibra vítrea en la carrocería de sus automóviles y en relleno de sus asientos. Al mismo tiempo que en Colombia ya se ha tomado al abacá como una fibra alternativa para materiales de construcción (CADE, s.f.)

Retomando su potencial uso en a la industria automotriz.

La Mercedes Benz ha usado una mezcla de polipropileno termoplástico e hilaza de abacá en partes del cuerpo de los automóviles. La sustitución de las fibras de vidrio con fibras naturales puede reducir el peso de las partes del automóvil y facilita una producción más respetuosa del medio ambiente y el reciclado de sus partes. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019).

Al mismo tiempo, y aprovechando sus cualidades de resistencia al agua salada, el abacá no solo ha sido utilizada para la creación de cuerdas, sogas, cabos y redes marinas, sino que al igual que en los vehículos, se han reforzado estructuras de barcos y botes con fibras de abacá para incrementar su resistencia al impacto (Textile Learner, 2012)

Dentro de la industria alimenticia, el uso del abacá como revestimiento de carne embutida y bolsas de té incremento la demanda global de este material, aunque su exigencia también ascendió significativamente cuando se descubrió que su uso como papel billete y papel de seguridad era un éxito, gracias a su dificultad de ser alterado. Pero si volvemos a lo tradicional, el abacá continúa siendo usado para textiles para la producción de cualquier tipo de prenda de ropa y sobre todo para usos artesanales como la fabricación de alfombras, sombreros, zapatos, muebles entre otros, A pesar de que y se han categorizado más de 200 usos para la fibra de abacá (Textile Learner, 2012)

Tabla 14 Tabla de aplicaciones y posibles aplicaciones del abacá

Tomado de: (Textile Learner, 2012)

<b>USOS</b>
<b>Productos de cordaje</b> : cuerdas, cordeles, cordeles marinos, ligantes, cordones
<b>Fabricación de pulpa y papel</b> : bolsas de té, papel de filtro, plantilla de mimeógrafo, tejido base, piel de salchicha, papel base Papel de cigarrillos, papel moneda, carpetas de archivos de gráficos, sobres, tarjetas de tiempo, carpetas de libros y papel pergamino Medios de filtro de aire de micro vidrio, rayos X negativos, limpiador de lentes ópticos, filtro de vacío, filtro de aceite <b>No tejidos</b> : máscaras y batas de gas médicas, pañales, ropa de hospital, sábanas <b>Papel hecho a mano</b> : hojas de papel, papelería, tarjetas de uso múltiple, pantallas de lámparas, bolas, separadores, manteles individuales, bolsas, marcos y álbumes de fotos, flores, reloj de mesa
<b>Fibra artesanal</b> : bolsos, hamacas, manteles individuales, alfombras, alfombras, carteras y billeteras, mallas, felpudos, relojes de mesa
<b>Tejidos a mano</b> : sinamay, pinukpok, tinalak, dagmay Sacos, hotpads, cáñamo, posavasos Cestas Fondo de pantalla
<b>Muebles</b>
<b>Otros</b> : aislantes de cables y cables, automóviles, componentes de automóviles / compuestos
<b>USOS POTENCIALES DE ABACA</b>
<b>Tableros de fibra</b> : tejas, pisos, bloques huecos, tableros, concreto reforzado con fibra y asfalto
<b>Combustibles</b> - musafel
<b>Aplicaciones diversas</b> : pelucas, faldas de hierba

### 4.3 ASPECTOS CONCEPTUALES

#### 4.3.1 DISEÑO Y ECONOMÍA CIRCULAR

El concepto de la economía circular se plantea ya en los años 80 como respuesta a la economía lineal o de usar y tirar. [...] La economía circular toma como principio la reutilización de los residuos generados por los productos de consumo y la reducción de los recursos necesarios para su producción, a fin de crear un círculo virtuoso que llevaría a una economía más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. (Catedra Diseño, 2018).



Lo que busca la economía circular es la rentabilidad ambiental y económica. Se busca que todos los productos de mantengan “como elementos que aporten valor a algún usuario”. (Genetica Design Management, 2017)

Crear un Diseño Circular, no solo se trata de cuidar el proceso productivo, ni la venta de un producto; sino que también se trata de considerar todo “el proceso de diseño para influir en el ciclo de vida completo del producto siendo responsables y conscientes de su impacto medioambiental” (Catedra Diseño, 2018).

“Los principios del diseño circular se pueden sintetizar en cuatro puntos:

- **Ampliar la visión del diseño centrado en el usuario:** Cuando se diseña para la economía circular, se trata de investigar y comprender las necesidades de todos los usuarios o usos de los materiales dentro del sistema.
- **Reimaginar la viabilidad:** El diseño de materiales reutilizables creará un nuevo valor al permitir a todas las empresas reutilizar esos materiales.
- **Diseño para la evolución:** debemos pensar en todo lo que diseñamos puede evolucionar constantemente. El diseño nunca termina.
- **Construir una narrativa fuerte:** los diseñadores tienen que cambiar la mentalidad de quienes los rodean. Desarrollar historias convincentes y pruebas de concepto, podemos ampliar nuestra esfera de influencia”.

(Catedra Diseño, 2018).

## 4.3.2 CIRCULAR DESIGN GUIDE

### 4.3.2.1 COMPRENDER LOS FLUJOS CIRCULARES

En esencia, una economía circular significa que los productos ya no tienen un ciclo de vida con un principio, un medio y un final. Por lo tanto, contribuyen menos desperdicio y en realidad pueden agregar valor a su ecosistema. Cuando los materiales dejan de usarse, vuelven a un ciclo útil, de ahí la economía circular. (Circular Design Guide, 2018).

El ciclo de vida de un producto puede ser biológico, técnico o mixto, todo dependerá de sus materiales, procesos y disposición final, si estos se realizan de forma natural o requieren de aspectos técnicos para hacerlo.

Dentro del ciclo técnico también debe tomar en cuenta si el producto será **“Reutilizado**, ósea que vuelve directamente a sus usuarios; **Restaurado**, si vuelve a usted como el proveedor de servicios; **Remanufacturado**, pasa por el proceso de fabricación o si será **Reciclado** y vuelve al procesador de materiales” (Circular Design Guide, 2018).

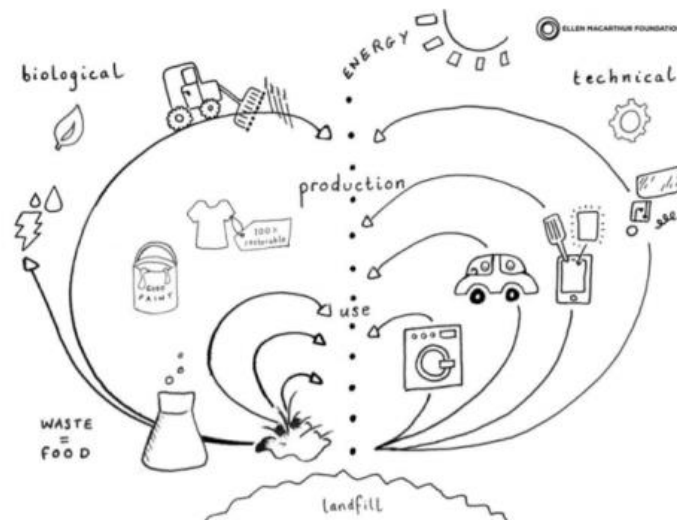


Figura 22 flujos en el diagrama de 'mariposa' de la economía circular .

Tomado de: *Circular Design Guide*, 2018

#### *4.3.2.2 APRENDE DE LA NATURALEZA (Biomimicry)*

Para este punto debemos plantearnos cómo “los sistemas biológicos pueden ayudar a inspirar nuevas soluciones para un producto o servicio que son substancialmente más circulares y holísticos [...]. La biomimética es el diseño de productos y sistemas inspirados y modelados en procesos biológicos existentes, que tienen retroalimentación incorporada” (Circular Design Guide, 2018). Para esto echar un vistazo a la naturaleza y preguntarnos como puede solucionar nuestros desafíos de diseño es una de las opciones más viables para hacerlo.

#### *4.3.2.3 ENCONTRAR OPORTUNIDADES CIRCULARES*

Para poder realizar un diseño circular con éxito, se deben identificar oportunidades pequeñas y medibles. De esta forma se podrá estructurar un enfoque del proyecto.

Hacer que un producto, servicio u organización sea más circular puede comenzar con pequeños cambios. Se debe considerar sobre qué tiene influencia directa y comenzar allí. Observa el panorama general y, a medida que construya pequeños éxitos, escalar tu solución con el tiempo. (Circular Design Guide, 2018)

#### *4.3.2.4 ELECCIONES INTELIGENTE DE MATERIALES*

Para tomar una elección inteligente de los materiales a utilizar en un producto debemos plantearnos las preguntas correctas, como si existe una mejor alternativa para un determinado material que estoy usando, o si “es posible satisfacer las necesidades del usuario sin desperdicio de materiales” (Circular Design Guide,

2018). Esto podría ser útil antes de tomar decisiones sobre qué materiales se incluyen en tus productos, así como su impacto en el fin de su vida útil (Circular Design Guide, 2018).

“Los materiales juegan un papel esencial en una economía circular, por lo que necesitamos que estén hechos de ingredientes seguros que se puedan reciclar continuamente. Al diseñar productos con materiales que provienen de sus respectivos ciclos de nutrientes y fluyen de manera segura, usted puede ser parte de la creación de una economía de materiales optimizada que elimina el concepto de desperdicio” (Circular Design Guide, 2018).

#### *4.3.2.5 MAPEO DEL RECORRIDO DEL PRODUCTO*

La circularidad significa repensar un ciclo de uso lineal de su producto o servicio con un principio, un medio y un final. Si un producto o servicio es verdaderamente circular, en realidad nunca tendrá un final de su vida útil, sino que continuamente tomará una nueva forma. El mapeo de este viaje asegurará que su producto permanezca en un estado útil durante el mayor tiempo posible y agregue valor en cada etapa. (Circular Design Guide, 2018).

Se debe tomar en cuenta todos los ciclos de uso del producto o servicio y sus piezas. “Es importante conocer qué pasará con el tiempo, como puede descomponerse el producto y qué pasa luego” (Circular Design Guide, 2018). Se debe estar consiente de cuánto dura inicialmente la fase de uso prevista para el producto o servicio y como esta podría extenderse. Uno debe saber, que va a pasar después del primer ciclo de uso del producto, si regresa a la biosfera, se reutiliza, se recicla, se restaura o se remanufactura y se debe considerar los desafíos

prácticos durante las etapas de eliminación, recolección y recuperación (Circular Design Guide, 2018).

### **4.3.3 ECODISEÑO.**

La evolución del mercado global, y la alta demanda de productos incentivó la creación de políticas y normativas para un desarrollo más sostenible. (Balboa & Domínguez, 2014). El Ecodiseño analiza los aspectos e impactos ambientales de un producto, como parte del proceso de diseño, para reducir sus consecuencias negativas medioambientales desde la etapa de diseño, su fabricación, distribución, desecho y reciclaje del producto. (Genetica Design Management, 2017).

El ecodiseño es la metodología para el diseño de productos industriales en el que el medioambiente se tuvo en cuenta durante el proceso de desarrollo del producto como un factor adicional a los que tradicionalmente se utilizó para la toma de decisiones. (Balboa & Domínguez, 2014).

El eco-diseño redujo los impactos ambientales de los productos/servicios durante todo su tiempo de vida útil.

“El ecodiseño permitió obtener oportunidades comerciales, así como hacer frente a las amenazas externas. Es decir, permitió: reducir costos de producción”, el consumo de productos y recursos, optimizar la calidad y aumentar la vida útil de los productos, seleccionar recursos más sostenibles o con menor consumo energético, buscar la utilización de tecnologías más limpias, y minimizar los costes de manipulación de residuos y desechos y, al

mismo tiempo, hizo frente a la normativa gubernamental y atendió a las presiones de los consumidores, entre otro. (Balboa & Domínguez, 2014).

El eco diseño parecía un cambio muy extremo para empresas que recién querían iniciar este proceso, por lo que se descompuso en cuatro simples objetivos a corto plazo, para hacer de esta transformación un proceso más sencillo. (Balboa & Domínguez, 2014). “Existen cuatro niveles de aplicación del eco-diseño, por ende, cuatro de resultados diferentes” (Balboa & Domínguez, 2014):

- “• Nivel 1. Mejora del producto: mejora progresiva e incremental.
- Nivel 2. Rediseño del producto: nuevo producto sobre la base de otro existente.
- Nivel 3. Nuevo producto en concepto y definición: innovación radical del producto.
- Nivel 4. Definición de un nuevo sistema: innovación radical del sistema”. (Balboa & Domínguez, 2014).

#### **4.3.4 DISEÑO BIOCOSPOSITE**

Los biocompuestos son la combinación de materiales naturales 100% biodegradables y biopolímeros, es decir sus componentes consisten en una matriz (resina) y un refuerzo de fibras naturales. (Fazeli, Florez, & Simão, 2018). Mismas que sirven para reducir el agotamiento de las reservas de petróleo y la contaminación ambiental. Se utiliza los residuos agrícolas para generar una alternativa orgánica a los plásticos y ayuda a alcanzar un desarrollo sostenible del producto. Al mismo tiempo que se utiliza materia prima barata y degradable, como lo son las fibras vegetales de alta calidad. (Textile Learner, 2013).

Para generar un bio-composite necesitas dos elementos primordiales, la matriz o resina evita que las fibras vegetales se autodestruyan con el ambiente y con el daño mecánico. También ayudan a conservar las fibras unidas y a aguantar grandes pesos sobre ellas. (Pingle, 2008). Pero, las biofibras son los componentes más importantes de este material. Deben proceder de orígenes biológicos, por ejemplo, fibras de cultivos, madera reciclada, papel de desecho, subproductos de procesamiento de cultivos o fibra de celulosa regenerada. (Mohanty & Misra, 2005).

El interés en los biocompuestos está creciendo rápidamente en términos de aplicaciones industriales y la investigación fundamental, gracias a que son renovables, baratos, reciclables y biodegradables (Fowler, Hughes, & Elias, 2006). Los biocompuestos se pueden usar solos o “como refuerzo de otros materiales como la fibra de vidrio: (Mohanty & Misra, 2005). Estos materiales naturales son más seguros y menos nocivos para la salud del que los trabaja. Incluso es más ligero, atractivo y ecológico que otro tipo de materiales. (Joshia, Drzalb, Mohantyb, & Arorac, 2003)

Los biocompuestos se caracterizan por ser biodegradables y provenir de fuentes renovables, baratas y reciclables, como lo son las fibras vegetales (Joshia, Drzalb, Mohantyb, & Arorac, 2003). Las fibras naturales son perfectas para realizar bio-composites ya que cuentan con una baja densidad e incluso una mayor “resistencia a la tracción y rigidez que las fibras de vidrio” (Pingle, 2008). Además de ser muy económicas, las fibras naturales pueden procesarse fácilmente y, por lo tanto, son adecuados para una amplia gama de aplicaciones (Mohanty & Misra, 2005).

Los biocompuestos también pueden clasificarse según su tipo, por ejemplo, Los compuestos verdes son biocompuestos combinados por fibras naturales con

resinas biodegradables. Los compuestos verdes son 100% degradables y sostenibles, por lo que se pueden descomponer en el ambiente de forma fácil sin ningún tipo de daño ambiental. Comunmente los compuestos verdes se usan para incrementar el tiempo de vida útil de los productos con vida corta. (Fazeli, Florez, & Simão, 2018)

Por otra parte, los biocompuestos híbridos, son otra clase de biocompuestos que combina diferentes tipos de fibras en una sola matriz. En los biocompuestos híbridos, las fibras pueden ser sintéticas o naturales, y pueden unirse sin patrón alguno, para generar los compuestos híbridos (Fazeli, Florez, & Simão, 2018). Las propiedades con las que cuente este biocompuesto híbrido dependerán completamente de la suma de las cualidades propias de cada material individual utilizado (Mohanty & Misra, 2005).

#### **4.3.5 NATURAL FIBER ECO-COMPOSITES (ECO-COMPUESTOS DE FIBRRAS NATURALES)**

“La creciente preocupación ambiental y social a nivel global, la alta tasa de agotamiento de los recursos petroleros, y las nuevas regulaciones ambientales han forzado la búsqueda de nuevos compuestos y materiales verdes, compatibles con el entorno”. (Bogeva-Gaceva, y otros, 2017). Razón por la que se desarrollaron los materiales compuestos reforzados con fibra natural, llamados los compuestos ecológicos o eco-compuestos. Los eco-composites representan una solución innovadora al problema de la contaminación por plásticos, que aprovecha los desechos agroalimentarios y de fibras vegetales para generar un sistema biocomposite y aplicarlos a nivel industrial. (Ecocomposite, 2019)



Principalmente el modelo eco-compuesto radica en reforzar plásticos que han dejado de cumplir su función con fibras naturales mal aprovechadas, para generar un nuevo material, con mejores propiedades, nuevo potencial de uso y que puedan ser fácilmente degradados o bio asimilados. Como un término, ecocompuesto se usa generalmente para describir el compuesto material con ventajas ambientales y ecológicas que los compuestos convencionales carecen. Por definición, un eco compuesto puede contener fibra natural y polímero natural o una matriz polimérica biodegradable (Bogeva-Gaceva, y otros, 2017).

#### **4.3.6 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE ODS – ONU (AGENDA 2030)**

El consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales. (Naciones Unidas, 2019).

Simplemente “se busca mejorar la calidad de vida de todos los involucrados, para al mismo tiempo ayudar con la implementación de “planes generales de desarrollo, que reduzcan costos económicos, ambientales y sociales, que incrementen la competitividad y que minimicen la pobreza” (Naciones Unidas, 2019).

“El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos” (Naciones Unidas, 2019). Este modelo propone generar mayor ganancia como consecuencia de rebajar el uso de los recursos, la degradación y la contaminación, para de este modo también lograr una mejor calidad de vida. Actualmente países de Asia y Europa ya están utilizando materiales de origen natural como una alternativa sostenible y cumpliendo “los desafíos

relacionados con la contaminación del aire, el agua y el suelo” (Naciones Unidas, 2019).

Finalmente, también se requiere “adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final” (Naciones Unidas, 2019), simplemente para concientizar a los usuarios sobre nuevos métodos de vida sostenibles, con buena información en las etiquetas y normas de uso del producto. (Naciones Unidas, 2019).

#### **4.4 ASPECTOS TEÓRICOS**

##### **4.4.1 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE FIBRA DE VIDRIO (PASOS, COMPONENTES Y PROPIEDADES.)**

Para elaborar una pieza de fibra de vidrio es indispensable tener un molde en perfectas condiciones y bien detallado. Partiendo de ese molde se aplican dos capas de cera desmoldante con una esponja limpia, esperando 5 minutos, entre cada capa, para que la cera seque de forma óptima. Esto permitirá un desmolde adecuado. Luego con una esponja limpia se aplican dos capas de separador, procurando no dejar excesos y dejando secar 15 minutos entre cada capa. (Grupo Sur, 2014)

Para el tercer paso vaciamos en un dosificador calibrado la cantidad exacta de Isopistol y se la debe catalizar con 1% en volumen de peróxido de MEK (puede ser hasta 2% en el caso que sea necesario). Después de revolverlo por un minuto, se cubre el molde con la mixtura evitando que se acumulen excesos. Una vez que la

superficie está bien cubierta, se deja secar por una hora, antes de proceder con la segunda mano. (Grupo Sur, 2014). En este paso el Isopistol, puede ser sustituido por una mezcla de resina poliestirena y talco industrial o talco chino. Esta sustancia permitirá emulsionar la mezcla y le otorgará un mejor acabado a la pieza final.

Mientras la pieza se seca, se puede iniciar a preparar la resina. Existen resinas listas para trabajar o se puede mezclar resina de poliéster mezclada con estireno en cantidades 1 a 1, para posteriormente poder catalizarlas con el 1% de peróxido de MEK y 1% de cobalto de MEK. Una vez mezcladas las sustancias se procede rápidamente elaborar la pieza antes de que la resina endurezca. Para esto, se aplica una capa de resina y posteriormente se coloca un *mat* de fibra de vidrio y se unta la resina con una brocha hasta lograr amoldar bien la fibra de vidrio. Es importante compactar y eliminar todo el aire que ha quedado atrapado, con un rodillo metálico saca burbujas y se deja secando la capa por una hora para garantizar un acabado de alta calidad. (Grupo Sur, 2014).

Una vez que dejamos secar la pieza, se aplica de forma continua 5 capas de fibra de vidrio *mat*, en cada capa se debe respetar la canalización de la resina y eliminar cualquier burbuja de aire con el rodillo. Finalizada esta etapa, se deja secar la pieza hasta que alcance un nivel de curado adecuado antes de realizar el desmolde. Para desmoldar la pieza, se necesita ayuda de cunas plásticas golpeadas suavemente con un mazo de hule hasta separar la pieza del molde. Una vez desmoldado se lija con maquina los bordes de la pieza fabricada con grano 60 u 80. (Grupo Sur, 2014)

Posteriormente se lija el cuerpo del elemento comenzando con grano 320 hasta finalizar con lija 1500 para darle un mejor acabado y finalmente, se puede pulir y abrillantar la pieza con máquina para eliminar todas las imperfecciones de la

superficie. (Grupo Sur, 2014). La fibra de vidrio es un material muy fiel y versátil, Las propiedades de la pieza de fibra de vidrio final dependerán de las propiedades del tipo de fibra vítrea usada.

*Tabla 15 Tabla comparativa de las propiedades de los tipos de fibra de vidrio.*

Tomado de: *Wallenberger & Bingham, 2010*

Type of Fiber	E-Glass	S-Glass	Quartz	Boron	Graphite Type "A"	Kevlar 49
Fiber density						
lb/in. <sup>3</sup>	0.092	0.090	0.079	0.079	0.063	0.052
g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.49	2.2	2.68	1.74	1.44
Tensile strength						
10 <sup>3</sup> psi	500	665	450	500	250 to 300	525
MPa	3448	4585	3100	3448	1724 to 2069	3620
Modulus of elasticity						
10 <sup>6</sup> psi	10.5	12.4	10	60	24/32	19
GPa	72.4	85.5	68.9	413.7	172.4 to 220.6	131.0
Range of diameters						
mils	0.1 to 0.8	.3 to .7	6.4	4 to 8	0.35 to 0.5	0.47
mm	0.003 to 0.020	0.008 to 0.013	0.010	0.10 to 0.20	0.009 to 0.013	0.0119
Coefficient of thermal expansion						
in./in./°F × 10 <sup>-6</sup>	2.8	1.6	1.6	2.8	-0.6	-1.1
cm/cm/°C × 10 <sup>-6</sup>	5.0	2.9	2.9	5.0		-2

#### 4.4.2 RESINAS BIODEGRADABLES

Existen varios tipos de resinas gracias a su alta versatilidad, 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. las resinas se clasifican en naturales, como la del pino, y artificiales, que sirven para la fabricación de plásticos, pegamentos y lacas. (Léxico, 2020).

En este capítulo se abordarán las resinas de origen mixto pero que cuenten con la característica de biodegradación en el ambiente.

Es interesante explorar como continuamente se están desarrollando nuevos sustitutos a los productos hechos a base de petróleo. Un ejemplo, de uso más común, es la **resina acrílica**, una alternativa al epoxi a base de componentes naturales como el agua y el yeso. (La Resina Epoxi, s.f.). La **resina acrílica** tiene una gama muy amplia de aplicaciones, por ese motivo existen distintos tipos de resina acrílica como la transparente, la monocomponente, la de pintura, entre otras. Su elección dependerá del uso y acabados que requiera. Tiene varios beneficios ya que, al ser una alternativa natural, tiene un alto contenido en componentes naturales y biodegradables como el yeso, que es fácilmente soluble en agua. Es libre de gases nocivos y de compuestos volátiles COVs, por lo que no requiere el uso de mascarilla. Es perfecta para modelado y es fácil de usar ya que no requiere de pasos tan complejos ni consume tanto tiempo. (La Resina Epoxi, s.f.).

Por otro lado, tenemos “**las resinas de alcohol polifurfurílico (pva)**. Son una familia derivada del alcohol furfurílico, un alcohol renovable producido del furfural que se forma por la digestión catalizada con ácido de los azúcares hemicelulósicos en la biomasa. La materia prima apropiada son los desperdicios de agricultura, el más común es el bagazo de caña de azúcar. Las propiedades de estas resinas, que incluye niveles de estabilidad térmica, resistencia química y retardantes de fuego, son particularmente atractivas para la industria de los compuestos” (Martel & Pacheco, 2018). Inicialmente la resina de Alcohol poli furfurílico (pva), fue desarrollada por TransFurans Chemicals, pero gracias a su versatilidad ya ha sido usada por distintos productores alrededor del mundo. (Euronews, 2012)

Al mismo tiempo, tenemos a la Fundación de Investigación de la Universidad Estatal de Kansas, con la nueva creación de una resina vegetal, para recubrimiento de artículos para darles fuerza y brillo, realizada a base de soja, maíz y otros aceites

vegetales, descartando así todo tipo de producto derivados del petróleo. La resina es una innovadora sustancia a base de plantas, por lo que sus recursos son biodegradables y altamente renovables. (Inpra Latina, 2017). “La resina supera a los adhesivos biológicos anteriores porque se adhiere a una superficie durante un período de tiempo más largo, tiene una vida útil más larga y es más resistente al agua”. (Inpra Latina, 2017)

Existen otro tipo de resinas, que en si fueron desarrolladas por empresas particulares para uso propio, mas no para la venta al público. Las más conocidas son **ELO**, una resina epoxi proveniente de aceite de lino (Vidal, 2019)

*Tabla 16 Tabla de propiedades que dependen de la resina en composites graphite.*  
Tomado de: *Watts, 1985*

	Temperature, °F		Interlaminar Shear Strength, psi	Comments
	Continuous Use	Maximum Use		
<i>Thermosets</i>				
Epoxy (250°F cure)	160	225	8 to 15 000	100 psi mold pressure
Epoxy (350°F cure)	250	300	15 000	100 psi
Polyimide (600°F cure)	550	700	15 000	100 psi with post-cure
Phenolic	500	600	...	...
<i>Thermoplastics</i>				
Polysulfone	300	350	14 000	moisture
Polyphenylsulfone	360	400	14 000	resistant

*Conversion factors—*

$$^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32, \text{ and}$$

$$10^3 \text{ psi} = 6.9 \text{ MPa.}$$

### 4.4.3 ENCOLADOS NATURALES

“Los aglutinantes naturales se obtienen de las secreciones y el tejido conjuntivo de las plantas, animales e insectos” (Códice Catingón, 2009).

#### **Aceites vegetales**

“Los aceites se producen principalmente por el prensado de las semillas de diferentes plantas. Los principales aceites secantes comerciales son: linaza, nuez, adormidera, cártamo y cáñamo” (Códice Catingón, 2009). Puede haber distintas variantes como Aceite prensado en frío, Aceite refinado, Aceite polimerizado (stand oíl), Aceite cocido y Aceite blanqueado o engrosado al sol, todas tienen el mismo fin y propiedades, lo único que difiere es su método de procesamiento (Códice Catingón, 2009). “Una amplia gama de aceites de plantas se puede convertir en resina termoestable. Los aceites vegetales son triglicéridos que pueden ser funcionalizados con grupos reactivos como hidroxilo, carboxilo, amida y epoxi, y, por lo tanto, pueden ser reticulados para formar polímeros rígidos”. (Martel & Pacheco, 2018).

#### **Colas Naturales:**

Las colas son aglutinantes elaborados al hervir con agua trozos o residuos de pieles, tendones, huesos, cartílagos o cualquier colágeno de animales (proteínas coloidales). De esta forma se crea una emulsión la cual se usa para unir materiales ligeros y porosos. La unión con cola se separa fácilmente calentando la zona a partir de los 60°C. (Códice Catingón, 2009).

Algunas de las colas pueden ser:

**La cola de carpintero**, realizada a base de pezuñas y tendones de vaca, oveja y cabra; La **cola de conejo**, adquirida de la piel u orejas de la liebre, misma que “no se disuelve en aceite, alcoholes u otros solventes” (Código Catingón, 2009); “**la cola de pescado**, que se elabora con la piel, espina, cartílagos y vejigas natatorias de peces, se la mezcla con humectantes, tales como miel y glicerina para darle mayor elasticidad, pero tardan muchos meses en secar”. (Código Catingón, 2009).

También existe la **cola de huesos**, obtenida de cuernos y pezuñas de vacas y cabras, a la cual se le puede agregar glicerina para hacerla más plástica; la **caseína**, que se consigue de las proteínas de la leche, es inflexible de color blanco mate y seca rápidamente; y finalmente tenemos la **gelatina o grenetina**, fabricada con colágeno hidrolizado, no tiene color ni olor y “requiere de sustancias para endurecerla, formol o sulfato de aluminio (alumbre)” (Código Catingón, 2009).

### **Gomas Naturales:**

“Las gomas son aglutinantes naturales que fluyen de las plantas, son solubles en agua; secan formando sólidos incristalizables, quebradizos y transparentes. El uso de una goma es variado, se puede usar como aglutinante, adhesivo, espesante, fijador, estabilizador, o clarificador” (Código Catingón, 2009). Algunos de los ejemplos conocidos y utilizados son la **goma arábica**, proveniente de las acacias africanas, es altamente soluble en agua y deja un acabado transparente, brillante y viscoso. por otro lado, también tenemos la **goma de tragacanto**, extraída del tragacanto y se caracteriza principalmente por absorber cantidades elevada de agua sin afectar su estructura. (Código Catingón, 2009).



## Resinas Naturales

A las sustancias que fluyen de las plantas de aspecto aceitoso y pegajoso, insolubles en agua, las cuales se recolectan en estado sólido o pastoso se les da el nombre de resinas. A las resinas medicinales y aromáticas se les conoce con el nombre de bálsamos, los cuales, contienen aceites etéreos (aceites volátiles), ácidos aromáticos y alcoholes; a menudo este tipo de sustancias se destilan obteniendo, solventes y esencias. Las resinas de terebinto, pinos y abetos reciben el nombre de trementinas y cuando están fosilizadas reciben el nombre de ámbar. (Códice Catingón, 2009).

Algunos ejemplos de resinas naturales pueden ser la **resina damar** y la **resina de copal**. Ambas son resina semifósiles, que se “funden a más de 300 °C, son difíciles de disolver incluso con los solventes fuertes” (Códice Catingón, 2009). En el caso de las **trementinas**, se extraen las plantas o arboles coníferas como abetos, pinos y terebinto. Son muy inflamables, pegajosas y no tiene un color específico, pero desprenden “un olor a pino penetrante e irritante, tanto en ojos, piel y tracto respiratorio, por lo que son un poco peligros de manipular sin ningún tipo de seguridad industrial” (Códice Catingón, 2009).

Un claro ejemplo sería la **trementina de Venecia**, que anteriormente se la obtenía del terebinto, pero actualmente se la consigue del alerce. Su propiedad viscosa le permite una adherencia óptima, aunque tiende a durar 3 días en secarse. Otro ejemplo sería el **bálsamo de Canadá**, que se adquiere del abeto, y puede llegar a semejar al vidrio por sus propiedades refractarias. Es comúnmente utilizado como cemento ya que seca rápidamente y solo se disuelve con solventes muy fuertes como el xileno (Códice Catingón, 2009).

Existen varios otros tipos de aglutinantes naturales tales como la cera de abeja, la cera de carnauba o diversas lacas a base de insectos, pero actualmente muchas de ellas ya no son utilizadas, ya que se ha acostumbrado a usar encolados industriales y sintéticos para la fabricación de productos. Si se volviese a utilizar alternativas de engomado más naturales, los productos serían mucho más amigables con el ambiente y reducirían al máximo la contaminación.

## **4.5 MARCO NORMATIVO Y LEGAL**

### **4.5.1 NORMAS ISO**

*4.5.1.1 ISO 9000:* “Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad” (López C. , 2001)

La norma 9000 consiste en proveer todo lo que una empresa necesita para obtener una buena “calidad del producto o servicio, mientras que la mantiene en el tiempo” (López C. , 2001), para que los requerimientos del usuario siempre sean satisfechos. De esta forma la empresa puede

Reducir costos de calidad, aumentar la productividad, y destacarse o sobresalir frente a la competencia, proporcionar a los clientes o usuarios la seguridad de que el producto o los servicios tienen la calidad deseada, concertada, pactada o contratada y proporcionar a la dirección de la empresa la seguridad de que se obtiene la calidad deseada. (López C. , 2001)

#### 4.5.1.2 ISO 9001: Sistema de Calidad

La norma ISO 9001 Especifica los requisitos que debe cumplir un sistema de calidad, aplicables cuando un contrato entre dos partes exige que se demuestre la capacidad de un proveedor, en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio posventa del producto suministrado, con la finalidad de satisfacer al cliente (López C. , 2001).

También busca instaurar exigencias que establecen el tipo de elementos que tienen que comprender los sistemas de calidad. sin embargo, su objetivo no es homogenizar los sistemas de calidad. “Estas leyes son genéricas e independientes de cualquier industria o sector económico concreto” (López C. , 2001).

#### 4.5.1.3 ESTÁNDARES ISO RELACIONADOS CON EL COMPOSTAJE

*Tabla 17 Tabla de Estándares ISO relacionados con el compostaje.*

Tomado de: *Rudnik, 2019*

TABLE 6.1 ISO standards related to composting.	
Standard	Title
ISO17088:2012	Specifications for compostable plastics
ISO 14021:2016	Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)
ISO/DIS 14851	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium – Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
ISO/DIS 14852	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium – Method by analysis of evolved carbon dioxide
ISO 14855-1:2012	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled dioxide – Part 1: General method
ISO/DIS 14855-2	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions – Method by analysis of evolved carbon dioxide – Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
ISO/DIS 16929	Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test
ISO 20200:2015	Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test
ISO 10210:2011	Plastics-Methods for the preparation of samples for biodegradation testing of plastic materials

#### 4.5.1.4 ESTÁNDARES EN-ISO RELACIONADO CON LA BIODEGRADACIÓN Y EL COMPOSTAJE

*Tabla 18 Tabla de Estandares EN-ISO relacionados con el compostaje.*

Tomado de: (Rudnik, 2019)

<b>TABLE 6.2 EN standards related to biodegradation and composting.</b>	
<b>Standard</b>	<b>Title</b>
EN ISO 14851:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium – Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
EN ISO 14852:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium – Method by analysis of evolved carbon dioxide
EN ISO 14855-1:2012	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions – Method by analysis of evolved carbon dioxide-Part 1: General method
EN ISO 14855-2:2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions – Method by analysis of evolved carbon dioxide-Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory- scale test
EN ISO 20200:2015	Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test

#### 4.5.2 NORMA ASTM

##### 4.5.2.1 NORMAS DE COMPOSITE

“Las normas de materiales compuestos de la ASTM son instrumentales en la evaluación y determinación de la física, de cizalla, a la tracción, a la flexión y las propiedades de compresión de las diversas formas de materiales compuestos utilizados en aplicaciones estructurales” (ASTM International, 2018)

Según la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, las principales notas para materiales compuestos son:

### **Materiales compuestos para estructuras civiles**

- **“D7205 / D7205M - 06 (2016)** Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de las barras de polímero reforzado con fibra de compuesto de matriz”
- **“D7290 - 06 (2017)** Práctica estándar para la evaluación de materiales de Propiedad Valores característicos para composites poliméricos para aplicaciones de ingeniería civil estructurales”
- **“D7337 / D7337M - 12 (2019)** Método de prueba estándar para la tracción de rotura por fluencia del polímero reforzado con fibra Bares compuesto de matriz”
- **“D7565 / D7565M - 10 (2017)** Método de prueba estándar para determinar las propiedades de tracción de polímero reforzado con fibra Matrix Composites usados para el fortalecimiento de las estructuras civiles”
- **“D7617 / D7617M - 11 (2017)** Método de prueba estándar para la Resistencia al corte transversal de la fibra reforzada Bares polímero compuesto de matriz”
- **“D7913 / D7913M - 14** Método de prueba estándar para resistencia a la adherencia de la fibra de polímero reforzado compuesto de matriz de barras de hormigón por arrancamiento de Pruebas”
- **“D7914 / D7914M - 14** Método de prueba estándar para la fuerza de polímero reforzado con fibra (FRP) Bent Bares en Bend Ubicaciones”

### **Propiedades / constituyentes precursores**

- **“D3800 – 16** Método de prueba estándar para la densidad de las fibras de alto módulo.”

- **“D7750 - 12 (2017)** Método de prueba estándar para la curación Comportamiento de resinas termoestables mediante procedimientos mecánicos dinámicos utilizando un reómetro de muestras encapsulado”

### **Normas editoriales y de Recursos**

- **“D3878 - 19a** Terminología estándar para Materiales Compuestos”
- **“D4762 – 18** Guía estándar para Pruebas de Materiales Compuestos de matriz polimérica”
- **“D6507 – 19** Práctica estándar para códigos de orientación de las fibras de refuerzo para materiales compuestos.”

### **Propiedades interlaminares**

- **“D5528 – 13** Método de prueba estándar para el Modo I interlaminar Resistencia a la fractura del reforzados con fibra unidireccional compuestos de matriz polimérica”
- **“D6115 - 97 (2019)** Método de prueba estándar para el Modo I Fatiga delaminación crecimiento de inicio del reforzados con fibra unidireccional compuestos de matriz polimérica”
- **“D6415 / D6415M - 06a (2013)** Método de prueba estándar para medir la fuerza de curvado de haz de un polímero reforzado con fibra-compuesto de matriz”
- **“D6671 / D6671M – 19** Método de prueba estándar para el modo mixto I-Mode II interlaminar Resistencia a la fractura de los unidireccional reforzado con fibra de compuestos de matriz polimérica”
- **“D7291 / D7291M – 15** Método de prueba estándar para todo el espesor Resistencia a la tracción “de plano” y módulo elástico de un material compuesto de matriz de polímero reforzado con fibras”

- **“D7905 / D7905M - 19e1** Método de prueba estándar para la determinación del modo II interlaminar Resistencia a la fractura del reforzados con fibra unidireccional compuestos de matriz polimérica”

### **Lamina y métodos de ensayo de laminado**

- **“D3039 / D3039M - 17** Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de matriz polimérica Materiales Compuestos”
- **“D3171 – 15** Métodos de prueba estándar para la Constituyente contenido de Materiales Compuestos”
- **“D3479 / D3479M - 19** Método de prueba estándar para tensión-tensión de fatiga de matriz polimérica Materiales Compuestos”
- **“D3552 - 17** Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de los reforzados con fibra compuestos de matriz metálica”
- **“D5229 / D5229M - 14e1** Método de prueba estándar para la Absorción de humedad de equilibrio en Propiedades y Acondicionamiento de Materiales Compuestos de matriz polimérica”
- **“D5467 / D5467M - 97 (2017)** Método de prueba estándar para las propiedades de compresión de unidireccionales de matriz polimérica Materiales Compuestos El uso de un haz Sandwich”
- **“D5687 / D5687M - 95 (2015)** Guía estándar para la preparación de paneles planos de composición con directrices de procesamiento de Preparación de Muestras”
- **“D6641 / D6641M - 16E1** Método de prueba estándar para las propiedades de compresión de matriz polimérica Materiales Compuestos Utilizando una carga combinada de compresión (CLC) Prueba Fixture”
- **“D6856 / D6856M - 03 (2016)** Guía estándar para la prueba reforzados con tejido “Textiles” Materiales Compuestos”

- **“D7264 / D7264M - 15** Método de prueba estándar para las propiedades de flexión de la matriz polimérica Materiales Compuestos”

### **Construcción *Sandwich***

- **“C271 / C271M – 16** Método de prueba estándar para la densidad de los materiales del núcleo Sandwich”
- **“C272 / C272M – 18** Método de prueba estándar para la absorción de agua de los materiales de núcleo para Construcciones Sandwich”
- **“C273 / C273M – 19** Método de prueba estándar para las propiedades de corte de materiales del núcleo Sandwich”
- **“C297 / C297M – 16** Método de prueba estándar para de plano Resistencia a la tracción de Construcciones Sandwich”
- **“C364 / C364M – 16** Método de prueba estándar para la compresión de canto Fuerza de Construcciones Sandwich”
- **“C365 / C365M – 16** Método de prueba estándar para la compresión de plano Propiedades de Sandwich Núcleos”
- **“C366 / C366M – 16** Métodos de prueba estándar para la medición del espesor de Sandwich Núcleos”
- **“C394 / C394M – 16** Método de prueba estándar para Shear fatiga de materiales del núcleo Sandwich”
- **“C480 / C480M – 16** Método de prueba estándar para la fluencia en flexión de Construcciones Sandwich”
- **“C481 - 99 (2016)** Método de prueba estándar para el Laboratorio de Envejecimiento de Construcciones Sandwich”
- **“D6772 / D6772M - 16** Método de prueba estándar para la estabilidad dimensional de los materiales del núcleo Sandwich”



- **“D7336 / D7336M – 16”** “Método de prueba estándar para la energía estática propiedades de absorción de emparedado de panel con materiales del núcleo”
- **“D7766 / D7766M – 16”** Práctica estándar para la resistencia al daño Prueba de Construcciones Sandwich”

### **Métodos de prueba estructurales**

- **“D5766 / D5766M - 11 (2018)** Método de prueba estándar para Resistencia a la tracción de la matriz polimérica laminados compuestos”
- **“D5961 / D5961M - 17** Método de prueba estándar para la respuesta de apoyo de matriz polimérica laminados compuestos”
- **“D6484 / D6484M - 14** Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de la matriz polimérica laminados compuestos”
- **“D6742 / D6742M - 17** Práctica estándar para la resistencia a la tensión y pruebas de compresión de la matriz polimérica laminados compuestos”
- **“D6873 / D6873M - 19** Práctica estándar para la fatiga del rodamiento de respuesta de matriz polimérica laminados compuestos”
- **“D7615 / D7615M - 19** Práctica estándar para fatiga de respuesta de matriz polimérica laminados compuestos”
- **“D8101 / D8101M - 18** Método de prueba estándar para medir la Resistencia a la penetración de materiales compuestos para el impacto de un proyectil Blunt”
- **“D8131 / D8131M - 17e1** Práctica estándar para propiedades de tracción de afilado y articulaciones escalonada de matriz polimérica laminados compuestos”

#### 4.5.2.2 ESTÁNDARES DE COMPOSTAJE Y BIODEGRADACIÓN

Tabla 19 Tabla de Estándares ISO relacionados con el compostaje.

Tomado de: Rudnik, 2019

TABLE 6.4 ASTM standards related to composting and biodegradation.	
Standard	Title
ASTM D6400-12	Standard specification for labelling of plastics designed to be aerobically composted in municipal or industrial facilities
ASTM D6868-17	Standard specification for labelling of end items that incorporate plastics and polymers as coatings or additives with paper and other substrates designed to be aerobically composted in municipal or industrial facilities
ASTM D 6954-18	Standard guide for exposing and testing plastics that degrade in the environment by a combination of oxidation and biodegradation
ASTM D 5929-18	Standard test method for determining biodegradability of materials exposed to source-separated organic municipal solid waste mesophilic composting conditions by respirometry
ASTM D 5338-2015	Standard test method for determining aerobic biodegradation of plastic materials under controlled composting conditions. Incorporating thermophilic temperatures.

#### 4.5.3 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Cuando se trabaja en una industria, fabrica, taller o laboratorio se deben tomar en cuenta los reglamentos esenciales que velan por la seguridad de los individuos. “Los requisitos de seguridad deben adaptarse a los riesgos específicos de cada instalación. Pero hay normas que se aplican para todos los escenarios” (Canelon, 2019)

Según el artículo de Adrineli Canelon para Lifeder (2019), “las 10 Normas de Seguridad Industrial Más Importantes son”:

1- **“Protección personal para los trabajadores”**: consiste en que los trabajadores deben utilizar indumentaria de seguridad industrial otorgada por la misma empresa. Entre estos elementos se debe incluir un uniforme apropiado según los requisitos del tipo de trabajo que realiza, casco, guantes, calzado, protección visual, protección auditiva, entre otros elementos que la empresa considere necesarios y suficientes para salvaguardar el bienestar de sus trabajadores. (Caballero, 2017)

2- **Señales y avisos de seguridad e higiene**: establece que

las instalaciones de trabajo deben estar bien señalizadas. De esta manera todos los individuos sabrán moverse en el espacio en caso de imprevistos, ya sea para buscar ayuda o salir con urgencia. También deben explicar con claridad las normativas de vestimenta e interacción en el espacio. (Canelon, 2019).

3- **Prevención y protección para incendios**: indica que toda “instalación debe tener por obligación un sistema contra incendios” (Canelon, 2019). Su objetivo es que el espacio esté equipado evitar un incendio y que pueda controlarlo con ayuda de mangueras, extintores, etc.

#### **4- Dispositivos de protección y sistemas de seguridad:**

Toda instalación industrial debe tener un plan para casos de emergencias. Incluso cada plan debe adaptarse al tipo de emergencias. Deben tener rutas de escape y herramientas de contención de peligro. Además, sus trabajadores deben estar preparados para enfrentar tales situaciones. (Canelon, 2019).

**5- Condiciones de seguridad en sitios donde la electricidad represente un riesgo:** “Cada área tiene sus riesgos específicos. Por tanto, se le debe proporcionar a los trabajadores los equipos necesarios para el trabajo, así como adecuar el espacio laboral para tal” (Canelon, 2019). “Las personas no autorizadas para ello, no deben intentar la reconexión de los interruptores eléctricos sino llamar a la persona responsable” (Caballero, 2017).

**6- “Condiciones adecuadas de seguridad para el manejo de sustancias inflamables”:** En esas áreas “las normativas contra incendios son especialmente estrictas en estas instalaciones” (Julian, 2018) y se debe capacitar y proteger a los trabajadores en mayor magnitud para evitar cualquier incidente con extrema cautela.

**7- “Seguridad e Higiene para el manejo de sustancias corrosivas”:** “Las sustancias como ácidos y químicos corrosivos deben ser tratados con extremo cuidado. Es importante mantener a los trabajadores a salvo de quemaduras o intoxicaciones” (Canelon, 2019). por lo que se deben tomar más prevenciones de seguridad más extremas tomando en cuenta todas las normas de seguridad previas. “Antes de manipular con ácidos y cáusticos, asegúrese que el camino a la fuente de agua está despejado y cuenta con suficiente agua. Siempre use gran cantidad de agua para esos casos o sustancia neutralizante” (Caballero, 2017).

**8- “Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen fuentes emisoras de radiaciones”:** “La radiación representa un riesgo gigante y latente en centros donde esta esté. Sea directa o indirectamente. Además, la radiación puede ser fatal para el ser humano y muy dañina para el medio ambiente” (Canelon,

2019) en este caso se debe abastecer a las instalaciones y a sus trabajadores con indumentaria antirradiación que los proteja de los efectos nocivos de la misma.

**9- “Dispositivos de seguridad en maquinarias y equipos”:** “Los trabajadores deben estar entrenados y capacitados para su uso adecuado, de esta forma se evitan accidentes que pueden ser fatales” (Canelon, 2019) en el caso de maquinaria muy peligrosa para el usuario se debe contar con un profesional exclusivo que ayude al manejo correcto de equipos peligrosos que no esté al acceso de todos los trabajadores.

**10- “Materiales y personal de primeros auxilios”:** “Siempre hay posibilidades de accidentes en ambientes laborales con riesgos, aun cuando los sistemas de prevención sean perfectos. Las industrias también deben estar preparadas para estos casos, equipadas con primeros auxilios y herramientas para salvaguardar el bienestar de los trabajadores” (Canelon, 2019).

“Como acotación adicional se exige mantener limpia y ordenada el área de trabajo a todo momento” (Caballero, 2017).

#### **4.5.4 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

La Dirección de Seguridad, Salud en el Trabajo y Gestión Integral de Riesgos del Ministerio Rector del Trabajo existe desde que la ley determinara que “los riesgos del trabajo son de cuenta del empleador” y que hay obligaciones, derechos y deberes de cumplimiento técnico – legal en materia de prevención de riesgos laborales, con el fin de velar por la integridad físico – mental de los trabajadores. (Gobierno de la República del Ecuador, 2019).

El objetivo de esta área es proteger la integridad, seguridad, bienestar de la vida de los trabajadores, mediante la ejecución de políticas públicas en toda empresa y la verificación del cumplimiento de sus normas (Gobierno de la República del Ecuador, 2019)

Su misión consiste principalmente en

Gestionar, evaluar y controlar la implementación de sistemas de gestión de seguridad en los centros de trabajo de las empresas e instituciones públicas y privadas, a través de la emisión de normativas, guías técnicas e instrumentos, que permitan la implementación de sistemas de gestión y el cumplimiento de normativa jurídica vigente, en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales. (Gobierno de la República del Ecuador, 2019).

Mejorar las condiciones de los trabajadores referentes a Seguridad y Salud en el Trabajo, desarrollar consciencia preventiva y hábitos de trabajo seguros en empleadores y trabajadores, disminuir las lesiones y daños a la salud provocados por el trabajo y mejorar la productividad en base a la gestión empresarial con visión preventiva. (Gobierno de la República del Ecuador, 2019). son algunos de los objetivos que busca este programa.

La implementación de acciones en seguridad y salud en el trabajo, se respalda en el Art. 326, numeral 5 de la Constitución del Ecuador, en Normas Comunitarias Andinas, Convenios Internacionales de la OIT, Código del Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y

Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Acuerdos Ministeriales. (Gobierno de la República del Ecuador, 2019).

Por otro lado, también se rigen en base a una estricta normativa legal que incluye acuerdos internacionales, leyes nacionales, decretos ejecutivos, Acuerdos Ministeriales, Normativa Técnica INEN y Convenios Internacionales de varios tipos los cuales se pueden corroborar en la página del Gobierno de la República del Ecuador bajo en nombre de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## 5 DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó un método de investigación mixto. En la etapa de diagnóstico se realizó un estudio cualitativo, ya que para la recolección de datos de este segmento se desarrolló una investigación exhaustiva por internet con el objetivo de obtener información elemental para analizar y comparar mediante diversas matrices, los factores que fueron de gran importancia para el desarrollo de este proyecto, como el determinar cualidades del material a sustituir o incluso las oportunidades competitivas en la industria.

Por otro lado, también se hizo una investigación cuantitativa que determinó y comparó analíticamente, las propiedades de las fibras vegetales a utilizar, en términos químicos, físicos y mecánicos. Con el objetivo de descubrir las opciones más viables para el proyecto. Se presentó una propuesta final del material obtenido, gracias a las experimentaciones realizadas bajo el método heurístico “ensayo y error” y finalmente, para la etapa de validación, se puso a prueba el material, tras someterlo a una serie de experimentos que comprobaron su grado de resistencia a

varios factores, su adaptabilidad a diversos procesos de manufactura y su aplicabilidad.

Durante la última etapa se analizó el valor y el desempeño del material de manera cualitativa y cuantitativa al poner a prueba el material original, es decir el poliéster reforzado con fibra de vidrio, contra el nuevo biocompuesto reforzado con fibras vegetales, con el fin de determinar y comparar fielmente algunas propiedades que se lograron analizar de forma artesanal, tomando en cuenta las limitaciones existentes debido a los acontecimientos que se están desarrollando actualmente a nivel mundial.

## 5.2 POBLACIÓN

En este proyecto no se requirió de una población ya que es un estudio que no trabaja directamente con los usuarios. Sin embargo, para la elección de las fibras a utilizar se basó exclusivamente en la fauna ecuatoriana. En el Ecuador existen alrededor de 25 mil especies de plantas de las cuales solo **300** de ellas se utilizan para la fabricación de productos comerciales. Por lo que, para la población de esta etapa se consideró esta cantidad de fibras vegetales, tomando en cuenta que esta selección de plantas son las más útiles para el desarrollo de este proyecto.

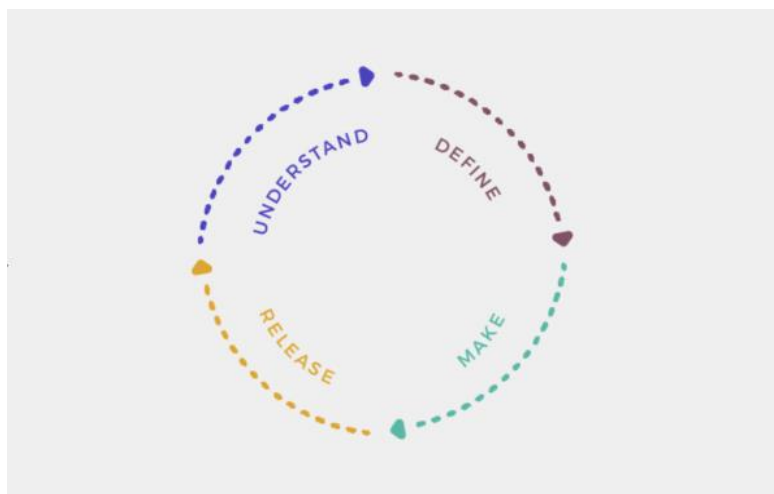
## 5.3 MUESTRA

La muestra para la etapa de diagnóstico coincide con su población, por ende, es nula. Sin embargo, se comparó las propiedades solamente de las **7** fibras vegetales ecuatorianas más viables para el proyecto. Estas son: abacá, bonote, yute, ramio, cabuya, sisal y cáñamo.



## 5.4 METODOLOGIA DE DISEÑO

El proyecto se basa primordialmente en los principios del eco-diseño y la economía circular. Lo que este nuevo material pretende, es reducir el impacto ambiental negativo que otros materiales representan. Se busca generar conciencia ecológica en cada etapa de diseño de un nuevo producto y verificar que exista un seguimiento cuna a cuna dentro de un modelo circular. Por lo que, para el desarrollo y control paso a paso del material bio-compuesto reforzado con fibras vegetales, se planeó seguir la metodología planteada en el Circular Design Guide.



*Figura 23 Procesos del diseño circular: Entender, definir, hacer y lanzar.*

Tomado de: *Designaholic, 2017*

“Circular Design Guide, es un nuevo acercamiento a los negocios que puede ayudar a cambiar nuestra mentalidad a favor de las compañías del futuro. Esta guía ayudará a los innovadores a crear soluciones elegantes y efectivas para una economía circular; soluciones que son incalculables para las personas, que les darán una ventaja competitiva a las compañías y serán regenerativas para nuestro mundo. Para entender mejor de qué se trata este

acercamiento, hay que entender que el sistema de las empresas actuales es lineal: crea, usa y desecha. La guía circular por IDEO y la fundación Ellen MacArthur busca explorar nuevos caminos para crear una economía sustentable y con un valor duradero” (Designaholic, 2017).

La guía del diseño circular se divide en varios pasos y procesos que puedes completar para el desarrollo de un producto que entre en el eco diseño y en la economía circular. Existen distintos ejercicios que ayudan a verificar si lo que hacer como diseñador es la elección correcta para la visión de los proyectos, estas actividades están agrupadas según el interés que tengas y necesites resolver en el diseño. The circular design guide es la herramienta metodología más útil que ayudara a entender el problema, definir una solución, hacer real esta idea y lanzar el producto al público para testear su validación, sin que este salga del ciclo circular que buscamos.

Lo que busca la economía circular es la rentabilidad ambiental y económica. Se busca que todos los productos se mantengan “como elementos que aporten valor a algún usuario” (Genetica Design Management, 2017). Crear un Diseño Circular, no solo se trata de cuidar el proceso productivo, ni la venta de un producto; sino que también se trata de considerar “todo el proceso de diseño para influir en el ciclo de vida completo del producto siendo responsables y conscientes de su impacto medioambiental” (Catedra Diseño, 2018), por lo que se busca ampliar la visión del diseño centrado en el usuario, Re imaginar la viabilidad, Diseño para la evolución y Construir una narrativa fuerte (Catedra Diseño, 2018)

Si nos vamos por el lado del eco diseño existen cuatro niveles de aplicación que obtendrán cuatro de resultados diferentes y que harán del proceso un poco más fácil de digerir, estos son:

- “-Nivel 1. Mejora del producto: mejora progresiva e incremental
  - Nivel 2. Rediseño del producto: nuevo producto sobre la base de otro existente
  - Nivel 3. Nuevo producto en concepto y definición: innovación radical del producto
  - Nivel 4. Definición de un nuevo sistema: innovación radical del sistema”
- (Balboa & Domínguez, 2014).

En este caso, a nivel material, se busca llegar al nivel 2 del ecodiseño, ya que lo que se intenta mantener el concepto y la definición del poliéster reforzado con la fibra de vidrio, pero en sí, el objetivo original es desarrollar un nuevo producto más natural, seguro, ecológico y económico partiendo desde el concepto y los procesos productivos básicos material original que se busca remplazar. Sin embargo, es correcto afirmar que el proyecto también anhela llegar al nivel número 4 de la guía del eco diseño, el cual busca definir un nuevo sistema a partir de una innovación radical en el mismo.

Es decir, el proyecto en general busca mantener una sostenibilidad absoluta, esto significa que se planea mantener un equilibrio entre el bienestar ambiental, económico y social, y para esto se planea rediseñar el sistema completo del material original, aportando valor desde la etapa de obtención de materia prima hasta su disposición final (de cuna a cuna), tomando en cuenta siempre los tres factores que permitan alcanzar una verdad sostenibilidad.

### 5.4.1 HERRAMIENTAS DE METODOLOGÍA DE DISEÑO UTILIZADAS

En la guía del diseño circular existe una serie de actividades que ayudan a los usuarios a comprender, definir, crear y lanzar productos innovadores más circulares. Es por eso que este proyecto se divide principalmente en cuatro fases que aprovechan distintas herramientas, tanto del eco diseño como de la guía circular, para llegar a cumplir sus objetivos específicos y generales.

#### 5.4.1.1 COMPRENDER

En la primera fase, es decir, en la etapa de investigación y diagnóstico, lo que se busco fue **comprender** los problemas que el poliéster reforzado con fibra de vidrio trae consigo. Para esto uso el método de *Materials Journey Mapping*, que propone el circular design guide, con el fin entender los puntos de acción a los se van a atacar y explorar cómo los materiales utilizados para la fabricación de una moto parte de poliéster rebosado de fibra de vidrio, pueden influir en un diseño para adaptarse a una economía circular.

Sin embargo, en este método, no se utilizó la herramienta propuesta por la guía, sino que se optó por usar una matriz met (6.2.1), que ayude a identificar fielmente cada una de las etapas que conlleva fabricar una moto pieza de fibra de vidrio y entender el impacto de las mismas desde el punto de vista del ecodiseño. Con esta herramienta, mucho más completa, se analizó el ciclo de vida útil de una auto pieza desde la obtención de la materia prima y componentes hasta su disposición final.

Con esta actividad no solo se aprendió a mapear el recorrido de los materiales, identificando áreas en las que el material puede ser un factor influyente en la seguridad y la circularidad, sino que también se comprendió los impactos de las elecciones de materiales en estas etapas del ciclo de vida del producto y se exploró cómo se pueden abordar los problemas del material en la fase de diseño.

En este caso la herramienta de ecodiseño, matriz met, cumple también con los mismos objetivos que tiene el método de mapeo del viaje de los materiales, al dejar en claro cuáles son los principales problemas a resolver con el nuevo biomaterial. Dándole así fin la primera fase de entender el problema y abriendo paso a la etapa de definición de una solución.

*Tabla 20 Herramienta metodológica para la fase comprender: estructura básica de una matriz met.*

*Tomada de: Ecomundo, 2018*

	USO DE MATERIALES	USO DE ENERGÍA	EMISIONES TOXICAS
Obtención de materias primas y componentes	Todos los materiales, piezas y componentes necesarios para la fabricación del producto	Consumo de energía necesario para la obtención de los materiales Energía consumida en la transformación de estos materiales hasta obtener el estado en el que son utilizados Consumo de energía en el transporte de los materiales comprados hasta la fábrica	Residuos tóxicos generados en la obtención y transformación de los materiales
Producción	Materiales auxiliares Substancias auxiliares utilizadas en la producción	Consumo de energía en los procesos de fabricación	Residuos tóxicos producidos en la fábrica Restos de materiales
Distribución	Envases y embalajes Elementos auxiliares	Consumo de energía en el empaquetado Transporte desde la fábrica hasta los distribuidores finales	Residuos de la combustión producidos durante el transporte Residuos de embalaje
Uso	Consumibles durante el uso. Piezas de recambio durante el mantenimiento.	Energía consumida por el producto durante su uso. Energía consumida durante el mantenimiento, reparación, limpieza.	Residuos de los consumibles durante el uso. Residuos de las piezas de recambio durante el mantenimiento.
Disposición final	Consumo de materias primas y auxiliares para el tratamiento de los residuos.	Energía utilizada en la gestión de los residuos Energía consumida durante el transporte.	Residuos tóxicos que genera el producto Materiales vertidos Reciclaje de materiales Residuos de la combustión.

#### 5.4.1.2 DEFINIR

En la segunda fase, para **definir** que se va hacer para resolver el problema y como se va a hacer, se fusiono tres métodos de la guía de diseño circular. Dichos métodos no contaban con una herramienta específica, sin embargo, se buscó distintas alternativas para llegar a su objetivo general, el cual sería determinar una potencial solución a todos los problemas que el poliéster reforzado con fibra de vidrio representa. Primero, con el método *Define Your Challenge*, se articuló y enmarco el desafío de circularidad que desea resolver y el impacto que espera tener. Con el fin de obtener una definición clara de lo que está tratando de resolver y cómo planea hacerlo.

Sin embargo, para comprender un poco más a qué se enfrenta el proyecto, la etapa de diagnóstico no solo se mantuvo desde el ámbito teórico. Este estudio requerirá un enfoque interdisciplinario con una gama de apoyo. Por lo que se optó por utilizar el segundo método de la guía, el cual sería *Building Teams*. Como herramienta a este método se optó realizar una salida de campo a un taller de mototuning para comprender fielmente el material y sus procesos, y para generar una alianza con el experto, con el fin de alcanzar un entendimiento más profundo de lo que se quiere y lo que se puede hacer para sustituir el material original y finalmente para tener un guía en el área que pueda fortalecer la propuesta y aportar valor desde su área de conocimiento.

“Como con todos los procesos de diseño, los equipos interdisciplinarios son importantes al diseñar para la economía circular. A través de la diversidad de conocimiento, experiencia y pensamiento, los equipos interdisciplinarios pueden ser transformadores. Para pensar holísticamente, se beneficiará de tener una variedad de perspectivas y habilidades. La fuerza de tales equipos

a menudo se obtiene a través de la fricción creativa, un elemento clave para crear nuevas formas de hacer las cosas". (Circular Design Guide, 2018).

Sin embargo, no solo se mantuvo abierto esta área de conocimiento, sino que también se buscó expandir las posibilidades de **definir** las posibles soluciones al problema planteado inicialmente. Para esto se recurrió a un tercer método, el cual sería, *Learn from Nature*. Aquí no solo se aprovechó la información obtenida durante la investigación del marco teórico, sino que también se la puso en práctica mediante la experimentación de distintas alternativas naturales que puedan satisfacer las funciones del poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Este método nace a partir desde la pregunta "¿Cómo podría la naturaleza resolver este problema?". Para eso se buscó definir una solución más allá de lo teórico ya conocido previamente, desde el estudio, las investigaciones, las entrevistas y las salidas de campo. Más bien este método busca también aprender cómo los sistemas biológicos pueden ayudar a inspirar nuevas soluciones para un nuevo biomaterial que es inherentemente más circular y holístico, a través de la **experimentación** con alternativas naturales. Es por eso que durante esta etapa también se trabajó bajo el concepto "prueba y error" durante su experimentación y bajo el objetivo de desarrollar un nuevo biocompuesto natural que sustituya el poliéster del material original.

#### 5.4.1.3 HACER

Por otro lado, en la tercera fase, se utilizó el método de *Rapid Prototyping*. Una vez concluida la fase de experimentación y ya teniendo en claro los materiales y procesos que pueden sustituir al poliéster reforzado con fibra de vidrio, se puede

proseguir a desarrollar un producto que testee la aplicabilidad del material. En este caso se optó por comprobar las cualidades del material, al emplearlo dentro de la industria de moto partes. Es importante aclarar que el campo de acción escogido es simplemente un vehículo para testear las características del material, sin embargo, el campo de acción queda abierto al criterio de los usuarios que consideren las propiedades del biocompuesto, viables para otra aplicación, según los estándares establecidos en la ficha técnica.

Crear prototipos básicos y rápidos para probar el concepto y funcionalidad es elementales antes de salir al mercado. [...] La creación de prototipos es una excelente manera de hacer tangible una idea, obtener aportes en un entorno de bajo riesgo y, lo más importante, probar un producto o servicio antes de una inversión sustancial en materiales o mano de obra. También es útil obtener la aceptación de las partes interesadas y otros socios en su cadena de valor. Cuando ven la tangibilidad, les resulta mucho más fácil comprender el concepto y potencialmente comprometer recursos. (Circular Design Guide, 2018).

Poner a prueba este material desde la industria elegida, no solo buscaba demostrar la capacidad de replicar morfológicamente una pieza de moto, sino que también pretende demostrar la capacidad del material de someterse a distintos tratamientos, como acabados y tipos de ensamble. Por otro lado, como establece dicho método de la guía de diseño circular, también se trabajó el nuevo producto acompañado de un experto, que no solo ayudo en cierto punto con la validación del material, sino que también apporto desde su experiencia retroalimentación al proceso, al material y destaco todos los puntos positivos y negativos que aprecio del material en si y dentro de la industria. Dichos comentarios ayudaron también a replantear distintas soluciones al problema inicial.



“Si bien el diseño no se detiene en la economía circular, la creación de prototipos mitigará el riesgo al probar ideas antes de construirlas para el lanzamiento, lo que reduce los ciclos de productos innecesarios” (Circular Design Guide, 2018). El objetivo de esta herramienta permitió entender el potencial del material e incluso los puntos fuertes y débiles del mismo, para poder replantearse pequeñas configuraciones del material final, tales como su composición o incluso el área de acción en donde podría ser aplicado.

#### 5.4.1.4 LANZAR

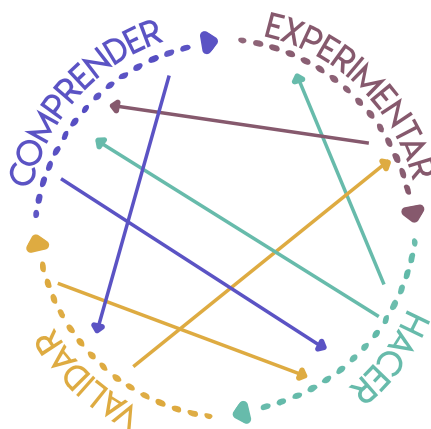
Finalmente, y como se mencionó con anterioridad, el desarrollo de este material deja abierto un amplio campo de posibilidades para aplicarlo, según la conveniencia del usuario y del material. Es por eso que el proyecto pretende mantenerse dentro del método denominado *Continuous Learning Loops*. Esta herramienta ayuda a aprender a utilizar la retroalimentación para planificar el siguiente paso del material. Esto podría estar evolucionando la oferta del material, brindando nuevas oportunidades para el crecimiento de la idea, ayudar a detectar su próxima intervención circular e incluso evolucionar el mecanismo de retroalimentación y aplicabilidad en sí.

El diseño es continuo con la economía circular. Por eso es importante crear ciclos de retroalimentación y aprender de la información que recibe en el camino. Esto ayuda a usar los comentarios que está recopilando para explorar los próximos pasos para repetir su diseño y continuar agregando valor a su negocio y al sistema en general. (Circular Design Guide, 2018).

En esta etapa, no solo se buscó la validación de material desde su aplicación a una pieza comercial, hasta su manipulación con un experto, sino que también se buscó someter el nuevo biomaterial a una serie de pruebas de valor y desempeño comparativas con el material original. Esto se debe a que, como se mencionó previamente, esta metodología consiste en un ciclo constante en la que se pueden retomar cualquier fase, las veces que se consideren necesarios, para resolver de mejor forma el problema a inicial.

Con ayuda de las fichas técnicas comparativas, se logró conocer y comparar valores cuantitativos y cualitativos de ambos materiales. Esto con el objetivo de mantener abiertos los bucles de aprendizaje continuo, e incluso incentivar a futuros usuarios interesados en el tema, a replantear, ya sea desde cero, la materia o su aplicación, según los aprendizajes obtenidos desde este estudio, o incluso retomar el estudio saltando entre las distintas fases en las que se trabajó este proyecto, con el fin de evolucionar este trabajo.

#### 5.4.2 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA



*Figura 24 flujograma sobre la aproximación metodológica del proyecto*

A pesar de que la metodología de la guía para el diseño circular sigue una estructura cíclica consecutiva, el proceso que se siguió durante el desarrollo de este proyecto no fue del todo continuo, ya que se puede afirmar que durante todo el proyecto existieron varios saltos entre pasos. Esto se debe a que el proyecto estuvo durante una constante evolución a lo largo de todo su proceso de desarrollo.

Durante las fases de experimentación, producción y testeo, varias veces se realizaron ciertos saltos entre la estructura metodológica, ya que siempre se llegaba a comprender un nuevo factor imprevisto, que se presentaba al descubrir aspectos nuevos por cambiar o mejorar. Por ende, el procedimiento debía regresar a ciertos pasos y repetir el ciclo de nuevo. Todo con el fin de corregir completamente los fallos y errores que se dieron durante proceso. Todo con el objetivo de obtener un resultado óptimo al final del proyecto.

## 5.5 VARIABLES

*Tabla 21 Tabla de variables a contemplar en el proyecto*

DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES			
Variable	Descripción	Tipo	Valores
<b>Resistencias Al Impacto</b>	Capacidad de resistir el impacto en MPa	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Coefficiente De Fricción</b>	Capacidad de resistir la fricción según su coeficiente	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
		mixta	Positiva/Negativa

<b>Resistencia A La Tensión</b>	Capacidad de resistir la tensión en MPa		Valores de resistencia
<b>Resistencia A La Torsión</b>	Capacidad de resistir la torsión en MPa	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Resistencia A La Flexión</b>	Capacidad de resistir la flexión en MPa	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Conductividad Electrica</b>	Capacidad de resistir el impacto eléctrico en V	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Resistencia A La Tracción</b>	Capacidad de resistir la tracción en MPa	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Resistencia A La Compresión</b>	Capacidad de resistir la compresión en MPa	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Conductividad Termica</b>	Capacidad de resistir cambios extremos de temperatura en C°	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Conductividad Térmica</b>	Capacidad de conducir o aislar el calor	mixta	Conductor/Aislante
			Valores de conductividad
<b>Conductividad Eléctrica</b>	Capacidad de conducir o aislar la electricidad	mixta	Conductor/Aislante
			Valores de conductividad

<b>Permeabilidad</b>	Capacidad de evitar que un líquido se impregne en su estructura	cualitativa	Positiva
			Negativa
<b>Capacidad Higroscópica</b>	Capacidad de absorber la humedad del ambiente	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de absorción
<b>Ignifuga</b>	Capacidad de auto-apagarse en contacto al fuego	cualitativa	Positiva/Negativa
<b>Capacidad De Tinturado</b>	Capacidad de pigmentar la fibra	cualitativa	Positiva/Negativa
<b>Capacidad De Hilado</b>	Capacidad hacer hilos a la fibra	cualitativa	Positiva/Negativa
<b>Capacidad De Absorber Líquidos</b>	Capacidad de absorber líquidos	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de absorción
<b>Capacidad De Absorber CO2</b>	Capacidad de absorber CO2	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de CO2
			(bajo, neutro, alto)
<b>Propiedades Auto-Combustibles</b>	Grado de inflamación	cualitativa	Positiva/Negativa
<b>Capacidad De Flexión</b>	Grado de Flexibilidad de la fibra	cualitativa	Positiva/Negativa
<b>Capacidad De Flotar</b>	La fibra se hunde o no en el agua	cualitativa	Positiva/Negativa
<b>Resistencia Al Agua Salada</b>	Capacidad de resistir el contacto con el agua salada	mixta	Positiva/Negativa
			Grado de daño por agua sal

<b>Resistencia Rayos Uv</b>	Capacidad de resistir a la luz solar	cualitativo	Positiva/Negativa
<b>Largo</b>	Longitud de la fibra	cuantitativo	5cm a 3m
<b>Grosor</b>	Diámetro migras	cuantitativo	1 a 300 micra
<b>Elongación A La Ruptura</b>	Capacidad de alargarse antes de una fractura	cuantitativa	2 a 8%
<b>Capacidad De Elasticidad</b>	Que tan elástica es la fibra	cuantitativa	6 a 12 N/m
<b>Capacidad De Expulsar Líquidos</b>	Capacidad de retener o expulsar líquidos	cualitativa	Bajo/medio-bajo/ medio/ medio-alto/ alto
<b>Durabilidad</b>	Que tanto dura la fibra sin ser tratada antes de descomponerse	cuantitativa	1 día- 10 años
<b>Capacidad Anti-Bacterial</b>	Capacidad de repeler bacterias	cualitativa	Bajo/medio-bajo/ medio/ medio-alto/ alto
<b>Resistencia A La Humedad</b>	Capacidad de resistir la humedad y evitar la producción hongos	cualitativa	Bajo/medio-bajo/ medio/ medio-alto/ alto
<b>Viabilidad De Su Cultivo</b>	Productividad del cultivo de fibras don respecto a costos	cualitativa	Económico (muy viable)
			regular (viable)
			costoso (no viable)
<b>Suavidad</b>	Suavidad de la fibra antes de ser tratada	cualitativo	Rígido/regular/suave/ muy suave

<b>Resistencia A La Estática</b>	Capacidad de resistir la estática en Amperios	mixta	Positiva/Negativa
			Valores de resistencia
<b>Densidad</b>	Relación entre la masa y el volumen en g/cm <sup>3</sup>	cuantitativa	0.3 – 3.0 g/cm <sup>3</sup>
<b>Costo</b>	Rango de valor de precios estimado dependiendo del costo fibra por metro	cuantitativa	Bajo (0.25-1\$)/medio-bajo(1-5\$)/ medio(5-10\$)/ medio-alto(10-15\$)/ alto(15-20\$)
<b>Renovable</b>	Capacidad de ser renovable	cualitativa	Si/No
<b>Reciclable</b>	Capacidad de ser reciclable	cualitativa	Si/No
<b>Reutilizable</b>	Capacidad de ser reutilizable	cualitativa	Si/No
<b>Eliminación</b>	Fin del ciclo de vida de la fibra	cualitativa	Biodegradable
			No biodegradable
<b>Consumo De Energía</b>	Cuanta energía toma el procesamiento de la fibra	cualitativa	Bajo/Medio/Alto
<b>Exportación</b>	Que tan exportada es la fibra	cualitativa	Alto/medio/bajo
<b>Industrialización</b>	Potencial de industrialización de la planta	cualitativa	Alto/medio/bajo

<b>Comercialización</b>	Potencial de comercialización de la planta	cualitativa	Alto/medio/bajo
<b>Zonas Donde Son Extraídas Las Fibras</b>	Áreas del Ecuador de donde proviene la fibra vegetal	cualitativa	Costa/Sierra/Oriente
<b>Composición Química</b>	Componentes internos de la fibra	cuantitativa	Porcentajes de celulosa/hemicelulosa/lignina/
			pectina/ceras/humedad
<b>Área De Extracción De La Fibra</b>	Parte de la planta de la cual proviene la fibra	cualitativa	Hoja/tallo/semilla/frutilla/ pedúnculo/caña
<b>Emisión De Oxígeno</b>	Cantidad de oxígeno que la fibra emite a la tierra	cuantitativa	Bajo 0%-40%/Medio 40%-60%/Alto 60%-100%



## 6 INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO

El desarrollo de este proyecto se va a plantear desde dos puntos. Desde la construcción del biomaterial reforzado y el planteamiento de sus determinantes, y desde la propuesta de inclusión en un proceso productivo. Durante esta investigación, se abordaron una amplia gama de temas que permitan a la propuesta desenvolverse más allá de un simple material.

Este proyecto demuestra no ser solo una experimentación de materias primas, ya que también se estudian procesos que existen y aclaran como este nuevo material puede incluirse desde procesos tecnológicos y productivos. Para esto, no solo se analizó este estudio desde el biomaterial compuesto, sino que también requiere una evaluación desde el punto de vista del modelo de inclusión o técnico

### 6.1 DESDE EL BIOMATERIAL

#### 6.1.1 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE FIBRAS

El Objetivo de esta matriz fue comparar las propiedades y características de las distintas fibras vegetales disponibles industrialmente en el país, para determinar cuál de ellas es la más efectiva para el proyecto. Para esto se seleccionó cuidadosamente 7 de las fibras vegetales no convencionales, con mayor producción en el Ecuador. Se analizó su potencial de ser industrializadas a mayor nivel y se analizó cada una de ellas de forma cualitativa y cuantitativa, para determinar ciertos aspectos que se consideran relevantes para el desarrollo del biosustrato, con la finalidad de poder comparálas visualmente de forma más fácil y poder elegir la fibra vegetal con la que se trabajó.

*Tabla 22 Tabla comparativa de las potenciales fibras a utilizar en el proyecto evidenciando sus características*

	abacá	bonote	yute	ramio	sisal	cabuya	cáñamo	vidrio E
Absorción de humedad (%)	8 a 10	10	12	12 a 17	11	7	8	-
Elongación a la fractura (%)	2.7	15 a 30	1.5 a 1.8	3.6 a 3.8	2.0 a 2.5	2.7 a 3.2	1.6	2.8
Resistencia a tensión (MPa)	400 a 1289	175 a 220	393 a 773	400 a 938	511 a 635	345 a 1035	690	4570
Densidad (g/cm <sup>2</sup> )	1.3	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	2.5
Costo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo, mayor a las fibras vegetales
Renovable	si	si	si	si	si	si	si	no
Reciclables	si	si	si	si	si	si	si	no
Consumo de energía	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
CO <sub>2</sub> Neutro	si	si	si	si	si	si	si	no
Abrasión a máquinas	no	no	no	no	no	no	no	si
Riesgo a inhalación	no	no	no	no	no	no	no	si
Eliminación	biodegradable	biodegradable	biodegradable	biodegradable	biodegradable	biodegradable	biodegradable	no biodegradable
Resistente a la humedad	si	si	no	si	si	si	si	si
Características adicionales	resistente mecánica alta y al agua salada	combate la acción microbiana y resiste rayos UV y agua	aislante y antiestático, no conduce calor	buen ventilaación y baja elasticidad	Grueso, duradero y resistente	gruesa, dura y poca elástica	bueno conductor térmico, polariza los rayos solares, atrapa emisiones de carbón y es anti-bacteria.	alta resistencia mecánica y es un material muy fuerte y resistente

Se concluyó que, de todas las fibras, las que poseen características semejantes o incluso mejores a la fibra de vidrio convencional, o tipo E, son el abacá, el sisal y la cabuya. Al tener las características que se busca, dichas fibras pueden otorgar buenas propiedades al biomaterial final. Las tres fibras son de la misma familia y gracias a su alta resistencia mecánica y a sus demás cualidades se puede afirmar, cualquiera de estas es altamente efectiva para el proyecto, incluso se pueden combinar fibras para crear un sustrato biocompuesto híbrido que combine las propiedades de las distintas fibras.

Finalmente, para el desarrollo de este proyecto, se eligió a la cabuya, no solo por su fácil accesibilidad, sino también porque es la fibra más parecida al abacá, y es bien sabido que ambas son potenciales sustitutos de la fibra de vidrio. La cabuya es una fibra extremadamente gruesa, dura y poca elástica, tiene buena resistencia

a varios factores (C- Dicc. Textil Latinoamericano, S.f.) y tiene cualidades optimas que pueden aportar bastante al resultado final del biosustrato.

Sin embargo, idealmente se usaría el abacá, no solo por sus características similares a la fibra de vidrio tipo E, sino que también cuenta con varios factores que podrían favorecer a la industria de la misma. Como, por ejemplo: temas sociales, como los conocimientos y tecnologías ya adquiridas por los abacaleros del país que buscan trabajo decente; cuestiones ambientales, como ayudar a “reducir al mínimo los problemas de erosión y sedimentación en las zonas costeras” (Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y Agricultura, 2019) ; e incluso por aspectos económicos; que al tener un costo muy bajo de cosecha y venta a sus distribuidores a comparación de otras fibras.

El abacá es la fibra más factible y viable de producir a nivel país y para la creación del biosustrato que reforzara el biocompuesto final. Pero por fuerzas externas y ajenas al proyecto, se decidió utilizar únicamente la cabuya como un sustituto al abacá. Es importante aclarar que, si el proyecto se hubiera desarrollado en condiciones normales, no solo se usaría la fibra de cabuya, sino que también se hubieran aprovechado las propiedades de distintas las fibras mencionadas previamente, para combinarlas y sumar sus cualidades y crear debidamente un biocompuesto hibrido de varias fibras vegetales que reúna todos sus beneficios en solo sustrato que sea capaz de sustituir el mat de fibra de vidrio original.

## 6.2 DESDE EL POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

### 6.2.1 MATRIZ MET

“La matriz MET es un método cualitativo que ofrece una visión global de los aspectos e impactos medioambientales relacionados con el proceso de producción” (Centro de Actividad Regional para la producción limpia, S.f). El objetivo con esta herramienta es determinar qué pasos, que materiales, que energías y que emisiones tóxicas, de la producción de una pieza de poliéster reforzado con fibra de vidrio, son las más impactantes y se pueden eliminar o reducir lo más posible, con ayuda del biomaterial reforzado sustituto. Para esto se detalló cada uno de estos factores desde la etapa de obtención de materiales y componentes, hasta su etapa de fin de vida útil. Se calificó cada aspecto con una escala de color de verde a rojo, para medir su impacto ambiental de forma visual y tener conciencia de nuestros potenciales puntos de acción.

Es importante recalcar que, debido a la situación actual, se optó por ser un poco más recursivos al momento de plantear una solución para el desarrollo del biomaterial. Para este proyecto se escogió a industria de moto partes, como campo de acción tentativo, por practicidad y fácil accesibilidad de materiales, equipos, herramientas y expertos. Sin embargo, esta solución no es el campo de acción predilecto del proyecto, ya que más bien es el vehículo utilizado para testear las características del nuevo biomaterial. Finalmente, una vez culminado el proyecto, se podrá plantear o sugerir debidamente el campo de acción más viable para el material y que tenga una aplicación ideal, según los estándares establecidos durante el desenvolvimiento del mismo.

Tabla 23 Imágenes referenciales de la Matriz MET extraídas del archivo original.  
Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que  
redirige a una carpeta de adjuntos.

recolección de información ciclo de vida del producto				
fase	etapa	uso de materiales	uso de energía	emisiones toxicas/desechos
obtención de materia prima y componentes	mat fibra de vidrio	4x1.20 m equivalente a 15\$	energía eléctrica, energía fósil (fuel y gas natural), y combustible (agua)	emisiones difusas: HCl, SiF4, HF, compuestos de Sn (gas y partículas), emisión de gases de combustión (CO2, SO), emisiones de NOx, emisiones de filamentos vítreos a la atmosfera
	cera desmoldante	200 gramos equivalente a 3\$	energía eléctrica y energía fósil (fuel-oil), combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	Emisiones de CO2, Vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales contaminadas de grasa, emisión de gases CFC, residuo solidos de aluminio.
	talco industrial o chino	5kilogramos equivalente a 7\$	energía eléctrica y energía fósil (fuel-oil), combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	Emisiones de CO2, emisión de gases CFC, residuo solidos de funda plástica
	resina poliéster	2 galones equivalente a 6\$	energía eléctrica y energía fósil (fuel-oil), combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	Emisiones de CO2, Vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales contaminadas de químico, emisión de gases CFC, residuo solidos de envase plástico
	estileno	2 galones equivalente a 32\$	energía eléctrica y energía fósil (fuel-oil), combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	Emisiones de CO2, Vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales contaminadas de químico, emisión de gases CFC, residuo solidos de envase plástico
	peróxido	120 ml que equivalen a 3\$	energía eléctrica y energía fósil (fuel-oil), combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	Emisiones de CO2, Vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales contaminadas de químico, emisión de gases CFC, residuo solidos de envase plástico
	cobalto	120 ml que equivalen a 3\$	energía eléctrica y energía fósil (fuel-oil), combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.	Emisiones de CO2, Vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales contaminadas de químico, emisión de gases CFC, residuo solidos de envase plástico
	lijas (60-80-320-1500)	6 lijas de 80, 5 lijas de 180 y 3 lijas de 250, a 0.10 centavos cada una	energía eléctrica	Emisión de CO2 y residuos solidos de papel
	Cartón prensado	2 A0 equivalente a 4.20\$	energía eléctrica	Emisión de CO2 y residuos solidos de cartón

fase	etapa	uso de materiales	uso de energía	emisiones toxicas/desechos
distribución	empaque de 3 piezas una vez a la semana	caja de cartón, papel film y material de empaque: poli estireno expandido	N/A	residuos solidos del cartón, papel film y poli estireno expandido
	almacenamiento de las piezas por un mes	caja de cartón	N/A	N/A
	carga de 10 piezas por mes	N/A	N/A	N/A
	transporte una vez al mes, de Marianitas a Quito norte	vehículo para distribución	combustible	Emisiones atmosféricas y aceite para automotor

fase	etapa	uso de materiales	uso de energía	emisiones toxicas/desechos
producción	aplicar desmoldante al molde	cera desmoldante	N/A	residuos solidos del bote de cera y esponja
	aplicar capa de acabado	resina polietileno, talco industrial y peróxido	N/A	emisión de gases tóxicos que emana a mezcla de resinas químicas y residuos solidos de envase plástico
	prepara la resina	resina de poliéster, estireno, peróxido y cobalto	N/A	emisión de gases tóxicos que emana a mezcla de resinas químicas y residuos solidos de envase plástico
	corte de trozos de mat	mat de fibra de vidrio	N/A	emisión de fibras vitreas que penetran en el suelo y permanecen en el aire
	elaboración de la pieza	resina preparada, catalizadores y trozos de mat fibra de vidrio	N/A	emisión de fibras vitreas que penetran en el suelo y permanecen en el aire
	secado de pieza	N/A	N/A	N/A
	desmoldar pieza	N/A	N/A	N/A
	lijar bordes	lija 60 u 80	energía Eléctrica	emisión de polvillo
	lijar el cuerpo	lija 320 y 1500	energía Eléctrica	emisión de polvillo
	pulir y abrillantar la pieza	almohadilla de pulido	energía Eléctrica	residuos solidos de la almohadilla de pulido
	acabados	macilla, pintura y lija	energía Eléctrica	residuos solidos de la masilla la pintura y las lijas. Residuos de pintura en el agua.
	creación de molde fibra de vidrio	resina preparada, catalizadores, trozos de mat fibra de vidrio y pieza base a replicar	N/A	emisión de gases tóxicos que emana a mezcla de resinas químicas y emisión de filamentos vitreos a la atmosfera y biosfera
	corte piezas extra del molde	cartón prensado	N/A	residuo solido del cartón
armado molde	resina preparada, catalizadores y trozos de mat fibra de vidrio	N/A	emisión de gases tóxicos que emana a mezcla de resinas químicas y emisión de filamentos vitreos a la atmosfera y biosfera	

fase	etapa	uso de materiales	uso de energía	emisiones toxicas/desechos
uso	reparación: quebraduras	resina preparada, catalizadores, trozos de mat fibra de vidrio, pintura y lija	energía eléctrica de lijadora y pulidora de mano	emisión de gases tóxicos que emana a mezcla de resinas químicas, emisión de filamentos vitreos a la atmosfera y de polvillo
	mantenimiento por parte del usuario	franelas y cera de autos	N/A	emisiones solidos de franelas y cera.
	mantenimiento: ralladuras	macilla, pintura y lija	energía eléctrica de lijadora y pulidora de mano	Contaminación de agua y residuos de pintura

fase	etapa	uso de materiales	uso de energía	emisiones toxicas/desechos
disposición final	botaderos industriales	camión de recolección desechos tóxicos	combustible	Emisiones atmosféricas y aceite para automotor en su transporte a botaderos. La fibra de vidrio puede tardar de 150 a 4000 años en degradarse, dependiendo de su tratamiento, mismas que durante este proceso de descomposición Minuten filamentos de vidrio en un 65-68%, Aceites de 22-25% y Gases de 5-8% a la biosfera.
	rellenos sanitarios comunes	camión de basura	combustible	

Con esta herramienta permitió identificar el impacto ambiental que fibra de vidrio y los componentes que se requiere para la producción de moto piezas, representan. La fibra de vidrio es altamente nociva desde su producción hasta su fin del ciclo de

vida. Dejando un poco de lado la cantidad de energía que requiere y las emisiones tóxicas que se liberan al momento de su creación. “La fibra de vidrio es un material que jamás se degrada. Puede impregnarse en el aire, en el agua y en la tierra, y permanecer ahí por años, contaminado cada vez al medio ambiente” (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades, 2016).

Por otro lado, si bien es cierto, la fibra de vidrio si causa un impacto ambiental negativo durante todo su proceso. Pero al mismo tiempo, otros componentes como las resinas de poliéster, son altamente contaminantes y peligrosas para las personas y el ambiente. Incluso, las resinas no solo representan la mayor cantidad de desechos sólidos que no se recuperan, sino que al momento de catalizarlas también liberan gases tóxicos, peligrosos y muy nocivos. Es por eso que se determinó que los aspectos principales a cambiar y reducir del proceso original de la fabricación de piezas poliéster reforzadas con fibra de vidrio, son todas las etapas que incluyan el uso y la manipulación de fibra vítrea y de resinas químicas.

### **6.2.2 MATRIZ GENERAL DEL POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO SINTÉTICA.**

El objetivo de realizar una matriz general sobre un material, es entender cada entorno en el que se desenvuelve. Es comprender los aspectos positivos y negativos de un material, para poder cambiarlos o replicarlos, según la conveniencia del proyecto. Para esto se consideraron diferentes puntos de acción, que podían ser de gran importancia para el rumbo del proyecto, siendo estos: Aspectos ambientales, Aspectos de salud, Valor y desempeño y Factibilidad y

Viabilidad. Una vez establecidos estos factores se detalló minuciosamente como la fibra de vidrio se desenvuelve en estos sectores y se analizaron los resultados obtenidos.

Tabla 24 Imagen referencial de la Matriz general sobre las propiedades de la fibra de vidrio como material, extraída del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que redirige a una carpeta de adjuntos.

Matriz general sobre la fibra de vidrio (material)		
<p><b>Aspectos Ambientales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La producción de la fibra de vidrio, al ser fabricados por grandes industrias, consumen energía fósil, desde la extracción de materias primas hasta los procesos de producción. Este proceso requiere de un alto consumo de energía eléctrica, energía fósil (fuel y gas natural) y agua.</li> <li>- La aparición de la industria trajo consigo la emisión de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) provocando así un daño irreparable en la capa de ozono y la contaminación de aire, agua y suelo, como consecuencia de la lluvia ácida.</li> <li>- Al mismo tiempo la producción de fibra de vidrio genera emisiones difusas: HCl, SiF<sub>4</sub>, HF, compuestos de Sn (gas y partículas), emisión de gases de combustión (CO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>), emisiones de NO<sub>x</sub>, además de las emisiones de filamentos vítreos a la atmósfera</li> <li>- Al momento de la manufactura con este material, al estar conformada por pequeños filamentos que se impregnan ya sea en el suelo, el aire o el agua y no se evaporan, disuelven o degradan, resulta altamente contaminante para el medio ambiente, debido a que permanece en la atmósfera por largos periodos de tiempo.</li> <li>- Sus filamentos penetran en el ambiente y son trasladados por largas distancias gracias a las corrientes aéreas. Actualmente se puede medir concentraciones elevadas de fibra de vidrio en el aire cerca de botaderos industriales y rellenos sanitarios (&gt; 135 fibras-cm<sup>3</sup>/mes).</li> <li>- La energía que se utiliza en movilidad y transporte de la industria de la fibra de vidrio, representa más del 25% del suministro de energía del mundo.</li> <li>- La fibra de vidrio puede tardar de 150 a 4000 años en degradarse, dependiendo de su tratamiento.</li> <li>- Durante su descomposición emiten filamentos de vidrio en un 65-68%, Aceites de 22-25% y Gases de 5-8% a la biosfera.</li> </ul>	<p><b>Aspectos de Salud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Según el REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO de la República del Ecuador :</li> <li>- Para el trabajo con fibra de vidrio se requiere indumentaria de seguridad específica. Pantalón y camisa manga larga, de tela gruesa, mascarilla, anteojos y guantes.</li> <li>- Se debe trabajar en espacios abiertos, o con ventilación continua.</li> <li>- Las fibras vítreas sintéticas pueden producir picazón en los ojos y la piel, irritación en vías respiratorias superiores y partes del pulmón, produciendo dolor de garganta, congestión nasal y tos (Corta exposición).</li> <li>- Otros estudios han encontrado un número de muertes notables a raíz de enfermedades pulmonares, incluyendo cáncer del pulmón o mesotelioma, en grupos de trabajadores involucrados en la manufactura de lana de vidrio (exposición prolongada).</li> <li>- La Organización Mundial de la Salud calculó que aproximadamente 125 millones de personas en el mundo están expuestas a este peligro en sus trabajos.</li> <li>- Según los investigadores de OSHA, una exposición de 8 horas a 0.043 fibras de vidrio por centímetro cúbico de aire es suficiente para causar cáncer de pulmón.</li> <li>- En las zonas rurales, se informa que la concentración de fibra de vidrio en el aire exterior es de 0.00004 fibras por centímetro cúbico.</li> <li>- El aire contienen concentraciones mensurables de fibra de vidrio, que corroboran que entonces estamos exponiendo a 5.700 millones de habitantes humanos a bajas concentraciones de fibra de vidrio que inevitablemente causarán estragos y un exceso de cáncer en una parte de la población.</li> </ul>	<p><b>Valor y desempeño</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia al impacto: Media</li> <li>- Impredecible</li> <li>- Rígido</li> <li>- Calidad de Acabados Alta</li> <li>- Relativamente barato (A nivel Nacional y a comparación de materiales sustitutos como fibra de carbono.)</li> <li>- Reparable</li> <li>- No se oxida ni se deteriora con el tiempo</li> <li>- 100% moldeable</li> <li>- resistencia mecánica: Media</li> <li>- resistencia química: Media</li> <li>- resistencia a factores medio ambientales: Alta</li> </ul> <p><b>Viabilidad y Factibilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se estima que la producción en toneladas de fibra de vidrio ha incrementado en un 10.4% por año desde 1995.</li> <li>- Los productores de roving representan aproximadamente 3.800.000 toneladas métricas de producción al año.</li> <li>- En Ecuador existen más de 101 distribuidores autorizados, para la venta de fibra de vidrio extranjera, a nivel nacional.</li> <li>- Provequim, la empresa distribuidora más grande de productos químicos, está en Guayaquil, y provee fibra de vidrio a todo el país.</li> <li>- La empresa TRUMAN Moto Tuning al mes saca un promedio de 5 piezas de moto, lo que significa que al año produce alrededor de 60 piezas de fibra de vidrio. Ramiro Trujillo, dueño de la empresa afirma que su producción de piezas no equivale a talleres grandes, ya que el produce solamente bajo pedido, pero afirma que dichas empresas producen incluso 10 veces más de lo que él lo hace en su taller, por lo que se estima que al año se pueden estar produciendo 600 motopartes en un solo taller común, a grosso modo.</li> </ul>

Se pudo concluir que la fibra de vidrio sintética es un material altamente nocivo en varios aspectos. Un resultado inesperado fue conocer más a fondo sobre lo peligrosa que puede ser para la salud, no solo de sus fabricantes, o productores, sino que para de todos los que estén en contacto, directo o indirecto con ella



durante todo su ciclo de vida. “El número de muertes a raíz de enfermedades pulmonares causadas por inhalación prolongada de asbestos es extremadamente alarmante” (Agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades, 2016) y es un factor que se planea cambiar completamente, a través del desarrollo de un biosustrato más seguro, pero que al mismo tiempo cumpla con las cualidades de valor y desempeño que la fibra de vidrio original establece.

Es por esto, que fue interesante desglosar los aspectos positivos, que este proyecto aspira saciar durante su desarrollo, con la finalidad de poder ofrecer un sustituto sostenible que cumpla o incluso mejore las características de la fibra de vidrio original. Adicionalmente, se estudió el alcance de la fibra vítrea sintética, desde su factibilidad y viabilidad. Con el objetivo de comprender a que se enfrentará el nuevo biosustrato cuando se desenvuelva en un mercado ya establecido, como el de la fibra de vidrio; y saber cómo se puede aplicar dichos factores desde la propuesta de inclusión.

Esta herramienta ayudó a establecer en claro los puntos a cambiar, mantener o mejorar de la fibra vítrea, para aplicarlas en el biosustrato. Se concluyó que se necesita realizar un material que no sea nocivo para la salud ni el ambiente, que tenga alta resistencia a distintos factores, que sea impermeable, barata, dura y con buen acabado, y que al mismo tiempo pueda cubrir la demanda ya establecida por la fibra de vidrio original, y cuente con una obtención y producción altamente efectiva. Finalmente, esta matriz incita al proyecto a ser desarrollado bajo conceptos de sostenibilidad, buscando “el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social” (Oxfam Intermón, 2018).

### 6.2.3 VISITA DE CAMPO TALLER DE TUNNING

La visita de campo al taller de tunning se dio con objetivo de comprender claramente sobre todos los procesos productivos que envuelven a la fabricación de una pieza de poliéster reforzado con fibra de vidrio, sobre cómo se trabaja el material, sobre cuáles son los componentes y procesos que requiere el trabajar con fibra de vidrio y sobre todo para comprender más a detalle cuales son las ventajas y desventajas de trabajar con este material. Para esto se visitó el taller de moto tunning “TRUMAN” en el sector de Carapungo. Ahí Ramiro Trujillo, el fundador del taller, nos enseñó todo lo que se debe saber de la fibra de vidrio, desde la parte práctica.

Al inicio de la visita de campo, Ramiro, alias Osito, explicó a detalle el proceso productivo que conlleva crear una motopieza. El especificó que no es tan sencillo como parece, ya que toda pieza requiere de moldes para su modificación. Es por eso, que este trabajo es un proceso largo ya que incluye la creación desde los moldes hasta el desarrollo final de la pieza lista para montar. Comentó también cómo los moldes pueden ser de arcilla para moldear, poliuretano, cartón o incluso plástico. Pero él prefiere utilizar cartón ya que en un material con el que ya está familiarizado. A continuación, se puede ver un molde realizado por Ramiro.



*Figura 25* Molde de motopieza y Pieza acabada y montada. Diseños exclusivos de Ramiro Trujillo dueño de TRUMAN moto tuning

Posteriormente, Osito hizo una demostración de cómo se trabaja el material. Sacó todos los componentes que se requieren y explicó de uno en uno para que sirven. Comentó también las ventajas y desventajas de dichos materiales. Por ejemplo, nos advirtió que dentro del taller se debe trabajar con ropa cubierta y con las protecciones debidas, siendo estas gafas protectoras, guantes y mascarilla con el fin de velar por nuestra seguridad. Para demostrar el potencial peligro que este material representa, Osito tomó un mat de fibra de vidrio, lo levantó contra el sol y lo sacudió levemente. Poco a poco fueron desprendiéndose de él pequeños filamentos vítreos. Él explicó que el contacto con la fibra de vidrio genera un daño mecánico, ya que se incrustaran las partículas de vidrio en la piel y causan micro heridas que simulan ronchas y le produce picazón al usuario.

Por otro lado, Osito también comentó sobre el peligro químico que puede darse al mezclar los catalizadores de la resina de poliéster. Cuando el peróxido y el cobalto entran en contacto, su temperatura incrementa. Este factor puede ser tan peligroso

que si el usuario llega a tocar la mezcla mientras los componentes están reaccionando, este puede sufrir quemaduras graves en la piel. Al mismo tiempo, Osito resaltó que la mezcla de químicos emite gases nocivos para la salud de quien los aspira, Por lo que es recomendable siempre usar todo tipo de protección al trabajar con este material.



*Figura 26* Extractos del registro audiovisual de la reacción química al mezclar peróxido y cobalto. Para ver el video completo acceder a este [link](#).

Finalmente, Osito también rescató las ventajas del material. Comento que la fibra de vidrio es un material muy fiel que puede usarse para replicar de forma exacta todo tipo de objetos, por ende, sus aplicaciones pueden ser infinitas. Osito aprecia el poliéster reforzado con fibra de vidrio por ser un material muy rígido, pero recalca que, cuando una pieza recibe un impacto muy fuerte, esta no se deforma, sino que se rompe inmediatamente. También consideró importante recalcar que las piezas de poliéster recubiertas con fibra de vidrio no salen del todo perfectas, siempre contarán con pequeñas rayones o perforaciones, ya que no es una superficie lisa en sí, por lo que se debe repararlas con masilla automotriz para luego ser lijada y darle los acabados requeridos.

Osito también admira las cualidades mecánicas de este material, ya que afirma que este ha demostrado ser el más útil para él, gracias a su gran resistencia a varios factores, Pero al mismo tiempo aseguró que el material tiene sus fallas. Osito esta consiente del daño que produce el estar en contacto prolongado con la fibra de vidrio y asegura que es un factor que desearía cambiar del material ya que teme también por su salud, la de su familia y sus empleados.

Durante esta salida de campo, fue interesante ver y entender cada paso de la producción de una pieza de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Para el desarrollo de este proyecto no solo se debe conocer los aspectos teóricos de un procedimiento, sino que también es elemental empaparse con los recursos prácticos, ya que muchas veces lo que uno estudia es muy diferente a lo que se debe aplicar. El presenciar físicamente la producción de una pieza y poder ser parte de este proceso de fabricación fue demasiado importante para comprender cuál es el rumbo que debe tomar este proyecto.

Es importante destacar el hecho de que los usuarios están conscientes de los peligros a los que se afrontan al utilizar este material. Sin embargo, deben aceptarlo ya que no les queda de otra. Es por eso que, con mayor motivo, el objetivo de este proyecto es desarrollar un material sustituto al poliéster reforzado con fibra de vidrio que mantenga las cualidades y ventajas del material original pero que sea más seguro tanto para los usuarios como para el ambiente.

## 6.3 DESDE LA PROPUESTA DE INCLUSIÓN




### 6.3.1 BENCHMARKING

Objetivo de esta herramienta es comparar y analizar distintos factores y procesos críticos de diferentes organizaciones (Espinosa, 2018), que tengan productos con características de biomaterial orgánico. Para esto se tomaron de referencia tres empresas que fabriquen productos o materiales naturales, orgánicos y biodegradables, y se determinaron ciertos aspectos que podrían ayudar a impulsar el proyecto.

Como primer referente a tomar fue leafpack, una empresa nacional que produce vajillas compostables a base de hojas de palma (Revista Líderes, 2020). La segunda empresa es española y responde al nombre de Cannabric, donde se dedican a fabricar bloques de construcción eco amigables a base de cáñamo (CANNABRIC, 2009). Y finalmente, se escogió a Enkev, una empresa de los Países Bajos que se dedica a fabricar productos y materiales de origen natural y conscientes del planeta (Enkev, 2020).

Mediante una investigación exhaustiva en internet se detallaron diferentes factores de dichas industrias que se consideraron útiles para el desarrollo del biomaterial, como, por ejemplo: temas sobre la empresa, su tecnología, su mercado, aspectos ambientales, legales, sociales y características generales sobre su producto. Finalmente, se analizaron detalladamente cada uno de estos elementos, con el fin de determinar las mejores fortalezas de las organizaciones y que puedan servir como determinantes para el proyecto.

Tabla 25 Imágenes referenciales de la Matriz Benchmarking extraídas del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que redirige a una carpeta de adjuntos.

	Proyecto local	Proyecto regional	Proyecto global	
				
	Leaf packs	Cannabric	Enkev	
Empresa	Antigüedad	3 años	21 años	
	Ubicación	Ambato-Ecuador	Granada-España	
	Número de empleados	-	-	
	Cobertura	Solamente distribuye a nivel nacional pero esta buscando realizar alianzas y contactos con países externos para comercializarlos internacionalmente. Leaf Packs busca tener varios puntos de producción en el país. En el momento están en Ambato y la región litoral.	Cannabric distribuye sus productos a nivel nacional, a toda España, y los exporta a diversos países como: Francia, Inglaterra, Irlanda, Alemania, países del Este, Canadá, China y Rusia	Enkev es una empresa que tiene fuertes raíces en los Países Bajos. Pero, con sucursales en el Reino Unido, Polonia, Rusia y Francia, y empresas conjuntas en China y Sri Lanka. Presentes en dos continentes, con exportaciones a más de 40 países en todos los continentes
	Imagen	su imagen es simple, maneja cromáticas en verdes y blanco, para resaltar su concepto ecológico, y usan mucho las graficas de hojas ya que quieren hacer énfasis en su slogan "el futuro en una hoja".	la imagen de su empresa es muy básica, consta de un logotipo muy simple y tanto su producto, como sus aplicaciones y publicaciones no tienen diseño alguno. Sus colores corporativos son gris y rojo.	Enkev es una empresa antigua, que su imagen la maneja de forma sencilla, tiene logotipo pero no isotipo. Su marca es aplicada en varios soportes y mayormente usan los colores café azul y blanco como identidad corporativa.
	Redes	La marca se maneja principalmente por su página web principal ( <a href="http://leafpacks.com/">http://leafpacks.com/</a> ), Facebook ( <a href="https://www.facebook.com/leafpacks/">https://www.facebook.com/leafpacks/</a> ) e Instagram ( <a href="https://www.instagram.com/leafpacks/?hl=es-la">https://www.instagram.com/leafpacks/?hl=es-la</a> ), donde sus publicaciones e interacciones con el público no son muy recurrentes, ni reciben mucha retroalimentación por parte de los mismos.	Las únicas redes que maneja Cannabric es su página web principal ( <a href="http://www.cannabric.com/index.php">http://www.cannabric.com/index.php</a> ) y su página de Facebook ( <a href="https://www.facebook.com/cannabric/">https://www.facebook.com/cannabric/</a> ), donde publican constantemente pero no reciben muchas reacciones.	No cuenta con redes sociales, pero dan a conocer su empresa y sus productos a través de su página web principal ( <a href="http://www.enkev.ru/">http://www.enkev.ru/</a> ) y a su página en LinkedIn ( <a href="https://www.linkedin.com/company/enkev-bv/about/">https://www.linkedin.com/company/enkev-bv/about/</a> ).
Tipo de contenido	Su contenido radica principalmente en publicaciones ecologistas, que repudian el plástico y destacan las cualidades de su producto en lo mayor posible. En la mayoría de sus publicaciones aparece el producto con comida en el con el mismo estilo gráfico.	El contenido que manejan en sus redes, principalmente son los eventos que realizaran o asistirán y publicaciones sobre arquitectura alrededor del mundo y sobre los reportajes o publicaciones sobre su empresa.	En sus redes solo exponen información detallada de sus productos y su empresa	

	Leaf packs	Cannabric	Enkev
Legal	Normas	La norma UNE41410/ 2008	TÜV Rheinland LGA e ISO 9001
Social	responsabilidad social	LeafPacks es un producto bien hecho en Ecuador por Makisami (del quichua "manos de éxito"), una empresa familiar guiada por principios humanistas de asociatividad y cooperativismo que le han permitido ingresar a mercados de comercio justo y a proyectarse como un ejemplo de gestión ambiental amigable y con responsabilidad social.	"Además de creer en un desarrollo sostenible tienen una responsabilidad hacia las personas con las que trabajamos y las personas con las que hacemos negocios.

	Leaf packs	Cannabric	Enkev	
Mercado	<b>Demanda / clientes</b>	Tiendas Orgánicas, Supermercados, Tiendas de conveniencia, Restaurants de comida vegetariana, Ferias de comida, Foodtrucks y Cafeterías, Empresas de catering, Empresas que realizan picnics y fiestas infantil es al aire libre, Tiendas que venden productos para realizar parrilladas, entre otros,	Estos bloques están solicitados por arquitectos, constructores y usuarios promotores responsables con el medioambiente y con el interés de crear espacios más habitables, confortables y saludables, de gran calidad y durabilidad.	Su demanda se divide en 3 partes: los compradores de materia prima (ej.: fibras para relleno de asientos de autos o sillones), los que compran sus productos finalizados (ej.: packaging) y los que compran sus materiales para tratarlos por separado (ej.: mats biodegradables para colchones).
	<b>Ferias o eventos</b>	Ferias veganas y vegetarianas, inauguraciones de parques de foodtrucks, ferias sobre productos BIO, Festivales eco amigables, eventos de Te quiero verde, entre otros (Nivel nacional)	cannabric asiste y brinda talleres, conferencias, congresos, exposiciones y seminarios de biomateriales de construcción y asiste a eventos, museos, ferias y festivales de cáñamo, alrededor del mundo (Colombia, España, Francia, Marruecos, Usa, Panamá, Chile, Grecia, Alemania, entre otros)	Ferias de textiles, colchones, ferias de productos de hogar, ferias de fibras naturales, Concursos de productos con biomateriales, etc. (Alemania, USA, Dubái, otros)
	<b>Competencia</b>	Empaque verde Ecuador (Pifo) y todos los tipos de vajilla desechable de polietileno	Hempcrete, PLOS ONE, Canvibloc, Zeo Form (en el campo del cáñamo) y material de construcción tradicional	fluidsolids, Engage the Chain, Huhtamaki, UFPT y TEQ
Ambiental	<b>Certificación</b>	'Punto Verde' por parte del Ministerio del Ambiente; procesos de producción eco amigables.	-	The Global Organic Textile Standard (GOTS), QUIL Naturlatex y Sustainable Sleep Alliance
	<b>Procesos limpios</b>	La empres busca reducir el uso de energías, todo tipo de emisiones y los desechos solidos. La recolección de hojas se hace manualmente y evitando todo tipo de daño a el ecosistema. Las únicas maquinas que requieren son la prensa de calor y la emplastificadora al vacío que solo consume energía eléctrica y no emiten ningún tipo de gas toxico a la atmosfera, incluso la relación eficiencia-consumo de energía indica que no es un proceso altamente eficiente	No contiene sustancias tóxicas, perjudiciales para la salud y el medio ambiente, Producto de bajo consumo de agua, Producto de bajo consumo energético, Proceso de fabricación sostenible (ciclo de vida) y uso de Material renovable, inocuo, reciclable, mínimo gasto energético. En su proceso de fabricación (materiales, transporte, energía empleada) no contribuye al calentamiento global.	Enkev es una empresa que cree en el cuidado ambiental por lo que asegura que toda su empresa se maneja dentro de la economía circular, donde todos sus procesos son limpios, desde la extracción de su materia prima hasta el fin de vida del producto, buscan reducir el consumo de energía y las emisiones toxicas.

	Leaf packs	Cannabric	Enkev	
Producto	<b>Nombre o referencia</b>	vajilla desechable	Bloques Cannabric	Coco form
	<b>Costo</b>	Venta por paquetes de 50 unidades de cucharas 5.06\$, pequeño 17.36\$, mediano 19.04\$, grande 22.40\$, contenedores 44.24\$ y 55.44\$	entero 1,13 €, medio 0,59 € y tres-cuartos 0,95 € por unidad	-
	<b>Medidas</b>	Tamaños varían en un rango de: Max 26 cm de diámetro y min 15 cm de diámetro.	Tamaños varían en un rango de: Max 30 x 14,5 x 10,5 [cm] y Min 21,5 x 14,5 x 10,5.	-
	<b>Peso</b>	-	4,5-4,7 kg	-
	<b>Cromática</b>	Solo tiene un solo color café claro, natural de las hojas.	La coloración de los bloques es homogénea y de color tierra	Los mats se ofrecen en color negro / marrón, así como en color blanco / crema
	<b>Acabados</b>	acabado liso gracias al aglutinante que une las piezas mediante presión	Las piezas de Cannabric son mazorcas y una textura rugosa	los acabados que tiene es una superficie lisa mate pero deja las fibras de coco expuestas, pero su grosor y densidad y 'memory speed' pueden ser personalizadas.
	<b>vida útil y disposición final</b>	Pueden ser utilizados hasta por cinco ocasiones y al ser un producto compostable se lo puede romper y plantar o simplemente desecharlo con la certeza de que se biodegradara completamente.	Aunque el bloque esta diseñado para tener una vida útil muy larga, con una resistencia creciente, no decreciente (como el hormigón de cemento), el reciclaje del material es fácil. El bloque puede ser molido y reutilizado para la producción de Cannabric o bien morteros aislantes.	Tanto el coco como los materiales de látex natural son materiales renovables, biodegradables y compostables, por lo se lo puede romper y plantar o simplemente desecharlo con la certeza de que se biodegradara completamente.
	<b>Materia Prima</b>	LeafPacks son platos hechos con fibras naturales, de palma, banana y caña, recolectadas y procesadas. Las fibras utilizadas permiten que el producto sea resistente a la refrigeración y al calor.	Los bloques tienen una composición totalmente natural a base de cáñamo como material vegetal, conglomerantes naturales y aglomerantes minerales y de reciclaje.	60% de fibras de bonote (coco) y 40% de látex natural
	<b>Aplicaciones</b>	Como toda vajilla común su objetivo principal es contener el alimento en él. Aunque se puede prestar para distintas aplicaciones como decorativas, uso múltiple en bricolaje, etc.	empleo en todo tipo de viviendas, edificios entre medianeras y de concurrencia publica, de varias plantas. muros estructurales monocapa y muros de división con espacio exterior, también puede emplearse en la formación de tabiquerías divisorias en interiores. Otros aplicaciones posibles son: - Muros estructurales revestidos de piedra natural en fachada - Muros entre entramado de madera. - Muros decorativos sin revestir y muros de división interior - Muros en cara interior de casas de balas de paja o casas a restaurar, con insuficiencias térmicas - Muros de fachada en cuevas y casas-cueva - Habitáculos para animales	Las piezas moldeadas se utilizan en embalajes y como piezas interiores para tapicería.
	<b>catalogo de productos</b>	Plato Cuadrado Grande, Plato Redondo Grande, Plato Redondo Mediano y Plato Redondo Chico. También ofrecen cucharas y contenedores.	materiales de construcción ecológicos, materiales para la restauración, cal, yeso, cáñamo, cannabric, aislante de cáñamo, fieltro de cáñamo, cal hidráulica natural, cal en pasta, yeso hidráulico, construcción con cáñamo, hemp building, Bauen mit Hanf, construcción en chanvre, bioconstrucción	cocoplate, cocopot, cocostop, cocodisc, cococoloc, cocochair rope, akmamat, rubberized abaca, otros.

Con la ayuda de esta herramienta se pudo identificar que una de las tendencias que existe en cualquier tipo de empresa, desde la más local a la más global, es la influencia europea que hay dentro del proceso tecnológico para la creación de sus materiales y obtención de sus materias primas. Las tres empresas buscan tener los procesos más limpios en todas sus etapas. Este aspecto es fundamental para el



desarrollo de una empresa sostenible. Por otro lado, aunque la fabricación de sus productos difiera por sus métodos de fabricación, todos parten desde materiales orgánicos fáciles de conseguir y con fácil disposición final. Dichos aspectos son elementos primordiales a tomar en cuenta si se busca crear un biomaterial desde el diseño circular.

Por otro lado, tras analizar detenidamente los aspectos, legales, sociales y ambientales de las empresas, uno de los aspectos más relevantes para el desarrollo del biomaterial final fue estudiar más a fondo temas relacionados con sus productos finales. Se profundizó en los procesos productivos y en los materiales utilizados por cada empresa. Incluso se llegó a determinar materiales y técnicas útiles para el proyecto y se llegó a comprender el alcance del mismo, tomando en cuenta que el biomaterial, tiene mayor potencial para ser desarrollado desde un eje técnico.

Finalmente, a pesar de que se obtuvieron buenos resultados del análisis del benchmarking, existieron algunas limitaciones debido a la poca profundización en diversos temas como los precios y los costos generales. Esto se dio, debido a que el estudio de las empresas fue hecho a través de un análisis en internet y no hubo contacto directo con personas, que puedan aclarar y explicar de mejor manera los determinantes que se requerían de las empresas. Esto influyó en gran parte en el resultado, ya que la información fue limitada, ya que las empresas no siempre exponen ciertos aspectos en internet, por lo que, en cierto modo se puede afirmar que hubo carencia de información en ciertos sectores.

### **6.3.2 ANÁLISIS FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD**

Se realizó una tabla de factibilidad y viabilidad del proyecto, con el fin de entender la disponibilidad de los recursos necesarios para llegar cumplir el objetivo final (Impulsa, 2018) , y para comprender cuan rentable es fabricar y vender el nuevo producto ecológico como un sustituto al poliéster reforzado con fibra de vidrio sintética. Para esto se analizaron todos los factores que envuelve la producción del mat de fibras vegetales, es decir, se examinaron cada una de sus etapas productivas, desde la extracción de materiales, hasta su fabricación final, tomando en cuenta aspectos como, frecuencias, herramientas, equipos, personal, conocimiento, entre otros, para finalmente analizarlas y determinar su alcance y qué tan factible y viable puede ser el proyecto.

*Tabla 26 Imágenes referenciales de la Matriz Factibilidad y Viabilidad extraídas del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que redirige a una carpeta de adjuntos.*

etapa	descripción del proceso	frecuencia	áreas requeridas	factibilidad				viabilidad
				recursos humanos (Por acción)	herramientas	equipos	materiales	
Recolección de fibras	Deshojado, tumbado de tronco, tunce, desfilado, tendaleado y formación de moños.	todos los días	Hacienda en Santo Domingo con plantaciones de abacá, sisal, cañamo y bonote	<b>2 personas</b> que manejen bien el uso de machete y Cuchillo para el deshojado, tumbado y tunceado del árbol; <b>tres personas</b> que conozcan el uso de la maquina desfiladora mecánica y <b>Una persona</b> que tandalea las fibras y los forma moños. (Se recomienda que sean Hombres)	machete, gancho largo y cuchillo.	maquinas desfiladoras, varillas metálicas de soporte y gancho de pared	árbol de abacá, sisal, cañamo y bonote	Se recogerían 50 tallos por día
Lavado de fibras	Se separan las fibras de los moños y se las peina para poder lavarlas	Dos veces a la semana	Espacio exterior con acceso a agua potable.	<b>Una persona</b> que sepa peinar y lavar correctamente las fibras sin romperlas (comúnmente son Mujeres)	Peine y Manguera	tanque plástico de agua de capacidad de 900 litros	agua	Se lavan 250 tallos de fibras por semana
Secado de fibras	tendaleado: Cuelga las fibras de una varilla metálica horizontal y se las deja secar al sol.	Dos veces a la semana	Espacio exterior con varillas suspendidas horizontalmente en el techo con acceso directo de sol y aire libre	<b>Una persona</b> que sea capaz de colgar las fibras en las varillas (comúnmente son Mujeres)	N/A	varilla metálica de soporte	sol	Se secan 2500 kg de fibras por semana
distribución de fibras	se las transporta en camiones a fabricas de mat de fibra natural	una vez al mes	N/A	<b>Una persona</b> que sepa manejar Camión	N/A	Camión Propio de la empresa	N/A	se transportan 10000 kg de fibra al mes
realización de mat de fibras proceso industrial	se produce el sustrato con el que se va a trabajar. Para esto se distribuye las fibras de forma homogénea en una plancha, se rocía el encolado natural y se lo prensa para que tome forma. Se deja secar y se embobina el nuevo mat de fibra natural listo para su distribución	todo los días	fabrica con maquinas parecidas a industrias de papel	<b>Personas</b> que sepan manejar maquinas industriales productoras de papel como prensadoras y clandradoras, etc.	N/A	Rociadores de encolado y calandradoras (prensa), bobinas.	fibras y aditivo natural	Se producen 400 mats de 1.50 x 1 m al mes
realización de mat de fibras proceso artesanal	sobre una superficie semirrígida, se la engrasa y se distribuye las fibras de forma homogénea para cubrir las con el encolado natural, hasta crear un sustrato bidimensional y secarlo al sol hasta poder desprenderlo de su superficie	todo los días	área extensa horizontalmente	Se requiere <b>una persona</b> con habilidad en las manos y conocimiento basic en trabajo en fibras	brocha	N/A	fibras, aditivo natural, vaselina y acetato	Se producen 2000 mats de 21x30 cm al mes

El cuadro permite entender cuáles son las implicaciones productivas del proyecto. Esta matriz determino los aspectos que se requieren para su proceso productivo, como: recursos humanos, tecnológicos y financieros, desde la extracción de materiales, hasta su producción final, con el fin de poder estimar la relación de donde se produce y quien compra la materia prima para el desarrollo de los elementos del proyecto como lo es el mat de fibras vegetales. Con esta herramienta se busca analizar qué tan accesible y eficaz puede llegar a ser este proyecto.

Por otro lado, con esta matriz no solo se logró identificar los recursos necesarios para el desarrollo del biomaterial, sino que también ayudo entender como eventualmente llegaría a funcionar este proyecto desde la relación producción y compra. Es decir, analizar cuanto producto puedo llegar a fabricar y como este puede saciar la demanda del mismo, partiendo desde valores similares a los de la industria de la fibra vítrea. Para esto se buscó determinar qué tan factible y viable puede ser este proyecto a través de todas sus etapas productivas.

Se observó, también, que este nuevo biomaterial requiere de menos pasos, consume menos energía y contamina menos que la industria de fibra vítrea. Sin embargo, la producción mensual se ve influenciada altamente por la cantidad de empleados de la empresa de extracción de fibras, de la cantidad de troncos que se corten al día y de las dimensiones de más finales, por lo que, por el momento, no es correcto afirmar con firmeza aun su factibilidad, aunque la proyección muestre resultados favorables.

## 7 EXPERIMENTACIÓN

La etapa de experimentación de este proyecto, busca comprender las propiedades de las fibras y analizar cómo estas se relacionan con otros componentes y procesos productivos. Este proceso radica en los principios del método heurístico “ensayo y error”, donde sin importar si el resultado sale bien o mal, el objetivo es determinar qué factores pueden ser útiles para el desarrollo del biomaterial reforzado final. Para este estudio se dividió esta etapa en cuatro versiones principales, con el fin de analizar los resultados obtenidos en cada uno de sus procesos y poder aplicar los mejores, más adelante en el desarrollo de la propuesta final.

Estas etapas se dividen en: tratamiento de fibras, experimentación con encolados naturales, experimentación con procesos productivos y experimentación con acabados. Para esto, se desglosa el proceso productivo de una pieza de poliéster reforzado fibra de vidrio común, con el fin de entender que pasos y que elementos se deben replicar con el biocompuesto reforzado con el nuevo biosustrato. En cada una de las etapas, se buscó determinar factores importantes que influyan en el desarrollo del biomaterial reforzado final, como sustratos, materiales, temperaturas, procesos, entre otros, para finalmente tomar los mejores resultados de cada versión y aplicarlas al proyecto.

### 7.1 TRATAMIENTO DE FIBRAS

#### **Experimentación 1:** Mat de Cabuya

**Objetivo:** Crear un sustrato de fibras vegetales y verificar si se puede moldear fácilmente. Se busca la creación de mat compacto y uniforme, que sea medianamente flexible pero capaz de adaptarse fielmente a distintas formas.

**Materiales:** Goma blanca, fibras de cabuya, vaselina y acetato.

**Procesos:**

1. Cubrir el acetato con vaselina
2. Colocar una capa de goma con agua sobre el acetato
3. Distribuir uniformemente las fibras sobre el área engrasada y engomada.
4. Agregar una capa fina de goma con agua sobre las fibras
5. Se deja secar
6. Desprender del acetato una vez que el sustrato está seco y listo.

**Tiempo de secado:** 2 horas a temperatura ambiente

**Observaciones**

- El nuevo sustrato puede adaptar cualquier forma, una vez que se lo moja y se lo coloca sobre un molde, se aplica presión y se deja secar
- Acabado superficial muy estético
- Moldeable pero muy adherente a las superficies que no han sido engrasadas
- La goma blanca es biodegradable



*Figura 27* Experimentación de tratamiento de fibras de cabuya con encolado de goma blanca

## Conclusión

La experimentación fue exitosa, demostró cumplir con los parámetros y las cualidades similares a los mats de fibra de vidrio convencional, como la flexibilidad, y la resistencia. Adicionalmente cuenta con una alta capacidad de ser moldeado al humedecerla y aplicar presión. Por lo que se afirma que el mat de fibras vegetales y goma, puede adquirir cualquier forma que se le da, lo cual es oportuno para la fabricación de piezas de moto en molde. Por otro lado, existen ciertos parámetros que se deben tomar en cuenta al momento de realizar un mat de forma artesanal. La temperatura ambiental no influye en el tiempo de secado del Mat, sin embargo, lo que verdaderamente hace la diferencia, en cuanto a tiempos de secado, es la cantidad de agua que se mezcla con la goma.

Idealmente, el encolado a aplicar sería una mezcla uno a uno de agua y cola blanca, pero en el caso de que el usuario requiera otras características puede alterar la fórmula. Hay que tomar en cuenta que el tiempo de secado y que tan compacto está el mat son inversamente proporcionales y dependen directamente de las proporciones empleadas en la fórmula, mientras más agua se coloque en la mezcla, el tiempo de secado disminuirá.



*Figura 28* Fotografía de cerca de mats de fibra de vidrio

Tomado de: El mundo de la Fibra de Vidrio, 2018

Por otro lado, tras analizar la distribución de las fibras de vidrio en el mat original, se puede apreciar que, a diferencia de la primera experimentación, este mat es más poblado y cuenta con menor espacio libre entre fibra y fibra. Por lo que se recomienda realizar mats con una mayor acumulación de fibras en su superficie, aunque estas no sigan un orden específico. Ya que tras analizar las propiedades del mat original, la distribución de las fibras no afecta el resultado final, puesto que solo se requiere un soporte muy poblado y uniforme mas no ordenado. Este factor facilita la producción de los mats de fibra vegetal, ya que, gracias a las limitaciones del material utilizado, al destandar la fibra del ovillo, las hebras de cabuya no conservan una forma específica, que facilite la distribución ordenada de la misma en los mats.



*Figura 29* Resultado final de tratamiento de fibras de cabuya y encolado natural. con deformación y sin deformación

### **Experimentación 2:** Cabuya y cera

**Objetivo:** Experimentar formas para impermeabilizar la fibra. Se busca que la fibra pueda repeler el agua de forma exitosa sin perder sus cualidades iniciales que la identifican.

**Materiales:**  $\frac{1}{2}$  vela, fibras de cabuya, molde y papel aluminio.

**Procesos:**

1. Cubrir el molde con papel aluminio
2. Derretir la cera a baño María
3. En el molde poner una capa ligera de fibras y cubrirla con cera.
4. Dejarlo secar

**Tiempo de secado:** 10 segundos

**Observaciones**

- Secado rápido
- La cera caliente cambio la coloración de la fibra (Oscureció)
- No se creó un material solo se recubrió la fibra, la cera se filtró y formo un sustrato aparte
- Acabado superficial malo
- Fibras impermeabilizadas al 100%, repelen el agua.
- La cera forma grumos entre las fibras.



*Figura 30* Experimentación de tratamiento de fibras de cabuya impermeabilizada con cera



## Conclusión

La experimentación no fue exitosa, ya que visual y funcionalmente no se obtuvieron los resultados esperados. Cuando se aplica cera en altas temperaturas sobre las fibras, estas tienden a cambiar su coloración, a más dos tonos más oscuros, e incluso sus perder sus propiedades mecánicas. Si bien, la cera logro impermeabilizar las fibras, también las debilito, y en vez de crear una capa uniforme que cubra las hebras, formo grumos de cera que no aportan nada al proyecto.

Finalmente se llegó a la conclusión que las fibras no deben ser tratadas inicialmente con métodos de impermeabilización, ya que sus filamentos serán cubiertos en su totalidad por la bioresina, por lo que se debe buscar la forma de impermeabilizar la pieza final mas no las fibras. Este experimento demostró que la cera es un material que es tedioso y difícil de tratar. No demostró un proceso limpio y represento na pérdida de tiempo y recursos en esta primera experimentación.



*Figura 31 Resultado de tratamiento de fibras de cabuya impermeabilizadas con cera*

## 7.2 EXPERIMENTACIÓN CON ENCOLADOS NATURALES

### Experimentación 1 y 2: Cabuya y Yeso

**Objetivo:** Experimentar y analizar cómo reacciona la cabuya con yeso. Se busca encontrar un material que compacte las fibras de forma homogénea, y que tenga un acabado final liso, duro, resistente y que sea capaz de adaptarse correctamente a la forma establecida del molde en el que se lo coloca.

**Materiales:** 1 $\frac{1}{2}$  taza de yeso,  $\frac{3}{4}$  de taza de agua, fibras de cabuya, molde, papel aluminio y papel encerado.

#### Procesos:

1. Cubrir ambas partes del molde, una con papel aluminio y otra con papel encerado
2. Preparar el yeso con las proporciones dadas previamente.
3. En el molde de aluminio, poner una capa ligera de fibras y cubrir con yeso. (proporciones 1 a 2)
4. En el molde de papel encerado, alternar una ligera capa de yeso y una de fibra, repetir el proceso 3 veces (en proporciones de 1 a 1).
5. Dejar secar bajo el sol

#### Observaciones

- Bajo el sol el experimento en molde de aluminio absorbió más calor y seco un poco más rápido que el experimento del molde de papel encerado. Pero en temperatura regular y sin contacto al sol ambos secaron igual, independientemente de tipo de molde.
- Yeso demostró ser muy moldeable, replicó exacto el molde.

- Yeso puede ser tan duro como una roca, pero puede llegar a quebrarse o despostillarse
- Yeso es biodegradable.
- Yeso se demora en secar



*Figura 32* Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con yeso

**Variables a considerar:** Temperatura Ambiental

**Tiempo de secado:** 48 hora

### **Conclusión**

El yeso fragua fácilmente, por lo que su tiempo de secado y solidificación es mucho menor al de los demás experimentos. Puede servir como un endurecedor de la mezcla, pero se recomienda mezclarlo con otras sustancias que incrementen su dureza y no permita que se despostille ni quiebre rápido. Ya que el resultado de esta experimentación demostró una alta capacidad de adaptarse y replicar la forma del “recipiente” en el que se lo coloca, de forma exitosa, pero su rigidez no es la más óptima ya que esta puede romperse fácilmente.

La sustancia logro unificar las fibras de forma homogénea, pero su acabado no se asemeja a la estética de una pieza de fibra de vidrio. Su alta porosidad no aporta

al proyecto en temas de impermeabilidad, ni aplicación de acabados. Por lo que este elemento puede servir como un componente catalizador en la bioresina final, pero no será el material primordial de la mezcla. Hay que tomar en cuenta que el clima y la temperatura ambiental influye altamente en el desarrollo de este experimento, ya que, si se expone al experimento al sol, esta seca más rápido que al exponerlo en un día nublado. Por lo que a temperatura del ambiente también afecta la velocidad de fraguado del yeso.



*Figura 33* Resultado experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con yeso



*Figura 34* Perspectivas diferentes del resultado de la experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con yeso

### **Experimentación 3: Cabuya y grenetina**

**Objetivo:** Experimentar y analizar cómo reacciona la cabuya con grenetina. Se busca encontrar un material que compacte las fibras de forma homogénea, y que tenga un acabado final liso, duro, resistente y que sea capaz de adaptarse correctamente a la forma establecida del molde en el que se lo coloca.

**Referencia:** proyecto alfombra para gimnasios a base de semillas de eucalipto, grenetina y glicerina (inspirado en trabajo ExpoDiseño 2020)

**Materiales:** 7.5 gramos de grenetina, 3 cucharadas de agua fría, 4 cucharadas de agua hirviendo, fibras de cabuya, molde y papel aluminio. (Glicerina)

**Procesos:**

1. Cubrir el molde con papel aluminio
2. Preparar la grenetina con las instrucciones que dicta el envase.
3. En el molde poner una capa ligera de fibras y cubrirla con grenetina.  
(proporciones 1 a 2)
4. Dejar secar

**Observaciones**

- El experimento sigue con textura gelatinosa (2 horas después)
- Se pueden ver las fibras
- No existe presencia de hongos
- Grenetina demostró ser moldeable
- Experimento puede quebrarse fácilmente al no ser rígido (1 día)
- Finalmente, seca la grenetina, adquiere una consistencia sólida y muy rígida.
- Cuando seca fuera de un molde toma una forma libre.



*Figura 35* Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con grenetina semiseco y seco

**Variables a considerar:** Temperatura Ambiental

**Tiempo de secado:** 4 días

## Conclusión

Como aditivo y encolado natural, la grenetina, funciona muy bien, ya que logro unificar las fibras vegetales de forma eficaz y homogénea. Adicionalmente, una vez el material haya secado completamente, cuenta con alta rigidez y dureza. El material es resistente a golpes, a rupturas e incluso al agua. Durante su tiempo de secado, existen varios factores a considerar. Por ejemplo, el material inicialmente es un fluido no Newtoniano, que con el pasar del tiempo seicara y endurecerá debidamente, siempre y cuando esté sometido a una temperatura ambiental neutra. Si la grenetina es expuesta a altas temperaturas o bajo luz solar directa, esta retardada el proceso de secado del material. Por lo que, si esperamos un resultado de alta rigidez, se debe secar la pieza a temperatura fresca y sin contacto con el sol.



*Figura 36* Resultado de la Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con grenetina

#### **Experimentación 4: Cabuya, almidón de maíz y grenetina**

**Objetivo:** Experimentar y analizar cómo reacciona la cabuya con grenetina y maicena. Se busca encontrar un material que compacte las fibras de forma homogénea, y que tenga un acabado final liso, duro, resistente y que sea capaz de adaptarse correctamente a la forma establecida del molde en el que se lo coloca.

**Referencia:** Tesis Daniela Quevedo.

**Materiales:** 7.5 gramos de grenetina, 3 cucharadas de agua fría, 4 cucharadas de agua hirviendo, 87g de Maicena/Almidón de Maíz, fibras de cabuya, molde y papel aluminio.

#### **Procesos:**

1. Cubrir el molde con papel aluminio
2. Preparar la grenetina con las instrucciones que dicta el envase.
3. Agregar la maicena en proporciones 1 a 1 de la grenetina
4. En el molde poner una capa ligera de fibras y cubrirla con la mezcla.  
(proporciones 1 a 3)
5. Dejar secar

#### **Observaciones**

- El experimento sigue con textura gelatinosa (2 horas después)
- No se pueden ver las fibras
- Acabado superficial liso
- Moldeable pero muy adherente a las superficies que no han sido engrasadas



- No tiene aparición alguna de hongos
- Experimento puede quebrarse fácilmente al no ser rígido (1 día)
- Secado de la pieza al 100% tiene una apariencia blanca similar al yeso, pero más resistente, rígido y estético
- Al secarse mantiene su buen acabado, posible agrietación de piezas.
- El encolado solo tiene un aspecto de masa moldeable que cuando seca mantiene un color blanco y unos acabados intactos.



*Figura 37* Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con Fécula de maíz y grenetina semiseco



*Figura 38* Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con grenetina y fécula de maíz seco.

**VARIABLES A CONSIDERAR:** Temperatura Ambiental

**Tiempo de secado:** 48 horas

### **Conclusión**

La mezcla de Maicena y grenetina dio como resultado a un material altamente resistente, duro y rígido. Curiosamente es bastante ligero y resiste a golpes de alta magnitud sin sufrir ningún cambio estético o mecánico. A pesar del agrietamiento producido durante su proceso de secado, la pieza no pierde rigidez ni se quiebra fácilmente. Esta mezcla de materiales demostró generar un acabado liso y muy estético. La bioresina tiene una alta capacidad de moldearse acorde al recipiente sometido. Sin embargo, su tiempo de secado fue más tardado que los demás experimentos. Hay que considerar también las mismas condicionantes del experimento de la grenetina. Se mantenerla en un área seca, a temperatura neutra y sin contacto con el sol, para un proceso de secado exitoso.



*Figura 39* Resultado de la experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con grenetina y fécula de maíz

## Experimentación 5: Cabuya, Cera y yeso

**Objetivo:** Experimentar y analizar cómo reacciona la cabuya con cera y yeso. Se busca encontrar un material que compacte las fibras de forma homogénea, y que tenga un acabado final liso, duro, resistente y que sea capaz de adaptarse correctamente a la forma establecida del molde en el que se lo coloca.

**Materiales:** 2 velas, ½ taza de yeso, fibras de cabuya, molde y papel aluminio.

### Procesos:

1. Cubrir el molde con papel aluminio
2. Derretir a baño María la cera y agregar el yeso
3. En el molde poner una capa ligera de fibras y cubrirla con la mezcla.  
(proporciones 1 a 3)
4. Dejar secar

### Observaciones

- No se pueden ver las fibras
- Acabado superficial nada estético
- Nada Moldeable
- Mezcla muy pesada y de textura grumosa
- Secado rápido
- Experimento puede quebrarse fácilmente, es muy frágil
- Impermeable al agua



*Figura 40* Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con yeso y cera

**Variables a considerar:** Temperatura

**Tiempo de secado:** 20 minutos

### **Conclusión**

El experimento fue fallido. A pesar de que la cera es un material que seca rápido y que permite impermeabilizar cualquier material. Los acabados presentados en esta experimentación no fueron los esperados. La cera formo una consistencia grasosa y grumosa que no aporta para nada al biomaterial final. Adicionalmente, no unifico las fibras de forma exitosa ya que estas pueden desprenderse del biomaterial fácilmente.

Por otro lado, la mezcla de cera con yeso no formo una consistencia rígida, ya que, incluso sin manipular mucho el experimento, este se quebraba fácilmente. Incluir un elemento impermeabilizante en la mezcla de la bioresina no es la mejor opción, ya que afectaría la consistencia del biomaterial final. Por lo que se recomienda tratar este proceso en la etapa de acabados de la pieza.



*Figura 41* Resultado de la Experimentación de encolados naturales con fibras de cabuya con yeso y cera



*Figura 42* Resultado de primeras experimentaciones de tratamiento de fibras y pruebas con encolados naturales

### 7.3 EXPERIMENTACIÓN CON PROCESO PRODUCTIVO

#### **Experimento 1: Proceso productivo**

**Objetivo:** Experimentar con el nuevo biomaterial aplicándolo sobre un molde de una motoparte y replicándolo con el mismo procedimiento que requiere la creación de una pieza de fibra de vidrio. Con el fin de demostrar si dicho proceso se puede aplicar en mi proyecto o si se puede hacer algún cambio en su procedimiento. Se busca también obtener un resultado con alta capacidad de moldeo, buena dureza, rigidez, resistencia y un buen acabado estético.

**Materiales:** molde de motoparte, cera desmoldante, 4 mats (21x30 cm) de fibra de cabuya, Micena/Almidón de maíz, yeso/Cal hidráulica y grenetina

#### **Procesos:**

1. Aplicar 3 capas de cera desmoldante sobre el molde, dejar secar 30 minutos entre capa y capa
2. Cortar pequeños trozos del mat
3. Activar 7.5 gramos de grenetina (un sobre) y guardarlos en un jarro de cristal
4. En un bowl colocar 4 cucharadas de grenetina líquida, dos de maicena y una de yeso
5. Revolver hasta que no haya grumos
6. Aplicar varias capas de la mezcla sobre el molde hasta que se termine el preparado

7. Dejar secar una hora
8. Preparar la bioresina nuevamente, pero ahora con 2 cucharadas de grenetina, una y media de maicena y media de yeso.
9. Pasar una capa de mezcla sobre el material y colocar los trozos de mat siguiendo bien la forma del molde.
10. Una vez esta lista la primera capa de mat, colocar una capa de bioresina y aplicar un poco de presión con los dedos para eliminar burbujas y asegurarnos que sigan bien la forma.
11. Dejar secar 30 minutos más
12. Repetir el procedimiento 8,9 y 10 cuatro veces más y dejar secar una hora
13. Desmoldar la pieza y dejar secar fuera del molde

### **Observaciones**

- Los acabados fueron muy finos
- Replico la forma del molde exactamente, incluso sus defectos
- Color blanco
- No se ve las fibras
- Cuando se seca el borde se quiebra un poco por lo que se recomienda dejar un centímetro de gracia al exterior del molde para cortarlo posteriormente con amoladora.
- Cuando se deja secar fuera del molde, la pieza toma forma libre, y al estar dispuesta de una forma y luego estirarse produce grietas en el material



*Figura 43* Experimentación con proceso productivo de bioresina y mat de fibras vegetales en molde de moto pieza

### **Conclusión**

Seguir el proceso exacto de la fibra de vidrio fue todo un éxito ya que, inicialmente, la pieza salió tal y como debía salir. Sin embargo, la pieza adquirió una forma libre final, al dejarla fraguar fuera de un molde, lo que produjo una deformación y agitación en la pieza final. Por lo que se recomienda mantener la pieza dentro del molde, hasta que su proceso de secado haya culminado.

A pesar de los errores cometidos, se puede considerar a esta experimentación como un éxito y se comprende que el proyecto va por buen camino. La pieza demostró tener alta resistencia, dureza y rigidez. La bioresina mantiene el mat de fibras vegetales compactado de forma homogénea y finalmente logro conservar los detalles del molde original. Se puede afirmar que la cantidad de pasos empelados durante la creación de esta nueva pieza son los indicados y permiten mantener las cualidades de una pieza de fibra de vidrio original.



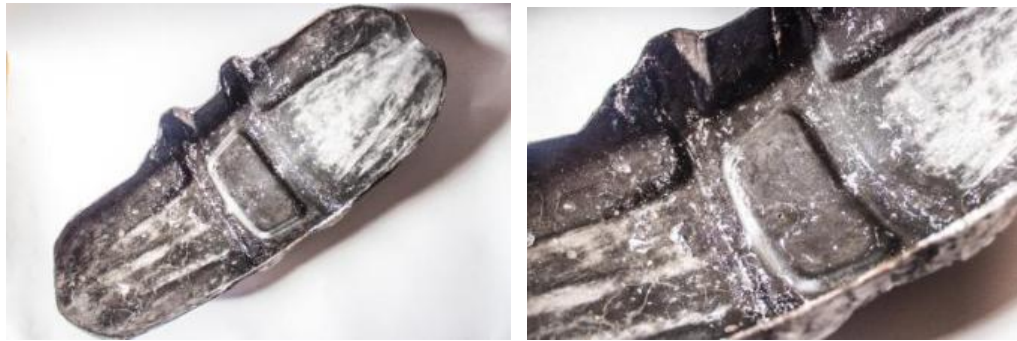
En cuanto a los acabados estéticos, demostró ser una pieza con alto potencial de adquirir un buen acabado final. Dejando de lado las grietas, la pieza alcanzó una superficie liza que puede corregirse y mejorarse a futuro con la experimentación de acabados finales. Finalmente, se recomienda dejar un centímetro, como margen de error, a los bordes de la pieza, para cortarlos con amoladora y tener un mejor acabado final.



*Figura 44* Resultado experimentación proceso productivo de bioresina y mat de fibras vegetales en molde de motopieza seca



*Figura 45* Resultado experimentación proceso productivo de bioresina y mat de fibras vegetales en molde de motopieza seca diferentes perspectivas



*Figura 46* Molde de guardafangos posterior de Pulsar NS 200

## **Experimento 2: Proceso productivo**

**Objetivo:** Experimentar con el nuevo biomaterial aplicándolo sobre un molde de una motoparte y replicándolo el procedimiento que requiere la creación de una pieza de fibra de vidrio, pero reduciendo pasos y cambiando algunos, con la finalidad de determinar si se pueden reducir pasos o materiales. Se busca también obtener un resultado con alta capacidad de moldeo, buena dureza, rigidez, resistencia y un buen acabado estético.

**Materiales:** molde de motoparte, cera desmoldante, 1 mats (21x30 cm) de fibra de cabuya, Micena/Almidón de maíz, yeso/Cal hidráulica y grenetina

**Procesos:**

1. Aplicar 3 capas de cera desmoldante sobre el molde, dejar secar 30 minutos entre capa y capa
2. Cortar trozos del mat medianos
3. Activar 7.5 gramos de grenetina (un sobre) y guardarlos en un jarro de cristal
4. En un bowl colocar 2 cucharadas de grenetina líquida, una y media de maicena y media de yeso
5. Revolver hasta que no haya grumos
6. Aplicar varias capas de la mezcla sobre el molde hasta que se termine el preparado
7. Dejar secar tres horas
8. Preparar la bioresina nuevamente, en la misma proporción inicial
9. Aplicar una capa de mezcla sobre el material y colocar los trozos de mat siguiendo bien la forma del molde.
10. Una vez esta lista la primera capa de mat, colocar una capa de bioresina y aplicar un poco de presión con los dedos para eliminar burbujas y asegurarnos que sigan bien la forma.
11. Dejar secar dos horas
12. Desmoldar la pieza y dejar secar fuera del molde

**Observaciones**

- Los acabados fueron pésimos, ya que al colocar una primera capa de bioresina muy fina y tras dejarla secar completamente, esta se cuarteo bastante.
- Replico la forma del molde exactamente, incluso sus defectos

- Color blanco
- Se ve las fibras a través de las fisuras
- Cuando se seca el borde se quiebra un poco por lo que se recomienda dejar un centímetro de gracia al exterior del molde para cortarlo posteriormente con amoladora.
- Al secar completamente la pieza dentro del molde tomo la forma exacta del mismo y no se expandió como la experimentación anterior

## **Conclusiones**

Este experimento demostró la capacidad del biomaterial a adaptarse a una forma establecida y mantenerla. Cuando el biomaterial se seca dentro del molde, la pieza no se deforma. Por otro lado, se demostró que, al reducir pasos del procedimiento productivo y materiales, el resultado final de la pieza no sale como se espera. Al colocar menor capas de bioresina iniciales, la pieza tiende a fisurarse. Adicionalmente al alterar el tiempo de secado entre capa y capa, también incentivo a la pieza a que se reseque demás, provocando la creación de grietas, al no tener el apoyo de los demás componentes y las demás capas, que hagan a la pieza más compacta.

Curiosamente, a pesar de la gran cantidad de fisuras en la pieza y a su escasa composición, que contiene solamente una capa de mat y menos bioresina, La bioresina mantiene unido muy bien las fibras vegetales de manera homogénea. La pieza demostró ser altamente rígida y resistente a fuertes impactos. Dichos factores aclaran la eficacia de los materiales, a pesar de haber cometido errores durante su formación. Por lo que se recomienda seguir el mismo procedimiento aplicado en la primera experimentación con sus debidas recomendaciones.



*Figura 47 Resultado experimentación segundo proceso productivo de bioresina y mat de fibras vegetales en molde de motopieza seca.*



*Figura 48 Resultado experimentación segundo proceso productivo de bioresina y mat de fibras vegetales en molde de motopieza seca, varias perspectivas*

## 7.4 ACABADOS

### Experimento 1,2 y 3: Corrección de fallas

**Objetivo:** Experimentar con distintos acabados sobre el nuevo biomaterial, con el fin de determinar qué proceso es el más óptimo para bridar una estética fina y parecida a la fibra de vidrio original, previa a su pintura. Adicionalmente Se busca reducir todas las anomalías estéticas de forma exitosa.

**Materiales:** Lijas (60-80-240-600), Macilla de construcción y bioresina.

#### Procesos:

1. Pieza uno: lijar minuciosamente la con las cuatro lijas, en orden creciente.
2. Pieza dos: Aplicar masilla, dejar secar, lijar y aplicar bioresina.
3. Pieza tres: Aplicar bioresina, dejar secar y lijar.

#### Observaciones:

- La primera pieza terminó con un muy buen acabado. Adquirió una superficie lisa, pero a nivel visual no se aprecia un acabado excelente, ya que se podían observar un par de grietas, pero por tacto no se siente ninguna anomalía, debido a que estas fueron eliminadas/cubiertas al ser lijadas. Los orificios más profundos no se cubrieron del todo por lo que requiere otro paso que disimule esta falla.



*Figura 49* primera experimentación de acabados, pieza lijada

- La segunda pieza resolvió el problema con las grietas u orificios profundos y al lijarla perdió todo tipo de imperfección, por lo que se llegó a concluir que esta fue la mejor opción. Sin embargo, cuando se le dio una última capa de bioresina y se la dejó secar esta volvió a agrietar la pieza.



*Figura 50* Segunda experimentación de acabados, pieza masillada y lijada

- La tercera pieza fue un fracaso, ya que la bioresina debilitó la superficie y acentuó las grietas y cuando se ejerció fuerza para lijar se quebró la superficie pieza. Curiosamente a pesar de dicha ruptura superficial la pieza conservo su rigidez y resistencia al impacto.



*Figura 51* tercera experimentacion de acabados, intento de corregir la pieza con bioresina

### **Conclusiones:**

La experimentación de corrección de fallas sirvió para entender que procedimiento y que procesos se pueden aplicar para otorgarle un acabado liso a la pieza. Dejando de lado las fallas ocurridas durante la experimentación, se escogieron las etapas más efectivas, con el fin de organizarlas correctamente y tener un mejor resultado final. Se logró determinar el orden de los procedimientos y materiales más óptimos para cubrir fallas.



Se llegó a la conclusión, que el mejor proceso para cubrir completamente las fallas del biomaterial es: primero lijar competa y minuciosamente en orden creciente con las cuatro lijas establecidas previamente, y finalmente masillar únicamente las fallas, para posteriormente lijar nuevamente solo el área afectada. Este procedimiento da muy buenos resultados, ya que efectivamente, elimina al 100% sus anomalías estéticas y le otorga una superficie lisa a la pieza final. Por otro lado, este método reduce tiempo, esfuerzo y es altamente efectivo, ya que no atenta con las propiedades del biomaterial.



*Figura 52 Parte interna de la pieza, Corte transversal de las piezas con Amoladora de Metal*

## Experimento 4 y 5: Pintura

**Objetivo:** Conocer si el biomaterial permite la aplicación de pinturas es su superficie y determinar cómo los acabados influyen en las propiedades de la pieza final.

**Materiales:** Pintura automotriz de base Blanca, Pintura automotriz roja y diluyente.

### Procesos:

1. Diluir ambas pinturas según las especificaciones del producto
2. Pieza uno: Aplicar 3 capas de base blanca sobre la pieza. Dejar secar 1 hora entre capa y capa
3. Pieza dos: Aplicar 3 capas de base blanca sobre la pieza y una capa de pintura roja. Dejar secar 1 hora entre capa y capa.

### Observaciones:

- La primera pieza acentuó visualmente las grietas del biomaterial. sin embargo, a nivel de tacto no se presentaba ninguna imperfección, ya que la pintura le dio un acabado liso y brillante.



*Figura 53 primera experimentación de aplicado base de pintura automovilística, pieza masillada y lijada*

- La segunda pieza presenta un acabado bastante liso, con color intenso y brillante, sin embargo, se ven un poco las grietas en ciertas zonas de la pieza. Sin embargo, esto se debe a que no se le dio un correcto tratamiento a la pieza antes de pintar. Falto lijar y corregir fallas.



*Figura 54* Segunda experimentación de aplicado pintura automovilística, pieza masillada y lijada.

## Conclusión

Las piezas aceptaron muy bien la pintura automotriz en su superficie y no afectaron en ningún nivel las cualidades del biomaterial. La aplicación de acabados permitió que la pieza se asemeje estéticamente a las piezas de fibra de vidrio sintética. Hay que tomar en cuenta que los acabados finales de la pieza dependerán del tipo de pintura automotriz utilizada y de la forma en la que esta se aplica.

En este caso, el acabado no fue el mejor. Esto se debe a el escaso tratamiento previo de las piezas y al uso de herramientas erróneas para la aplicación de pintura, como lo fue usar una broncha en lugar de un compresor. Sin embargo, a pesar de dichos errores, el acabado con pintura fue un éxito y es claro que las fallas ocurridas pueden ser corregidas fácilmente en procedimientos futuros.

Por otro lado, la calidad de la pintura utilizada demostró una resistencia elevada contra rayones y otorgo impermeabilidad a la pieza. Por lo que se puede afirmar que, la pintura, no solo brindó a la pieza un mejor acabado estético, sino que también mejoro sus propiedades.

Finalmente, se recomienda tratar muy bien a la pieza antes de pintarla. Al cubrir minuciosamente sus fallas, se asegura una superficie más lisa y estética, que ofrecerá un mejor resultado estético al culminar con el proceso productivo de la motoparte.



*Figura 55 Resultado de experimentaciones de acabado en pieza.*

## 8 DESARROLLO DE PROPUESTA Y APLICACIÓN

Durante esta etapa, se desarrolló la propuesta final desde el biomaterial y desde su propuesta de inclusión. Por una parte, se pretendió demostrar las potenciales aplicaciones del biomaterial desde la fabricación de moto partes. Durante esta etapa no solo se registró el proceso productivo de la pieza para su posterior aplicación, sino que también se desarrolló un método de estandarización del biosustrato para asegurar su fabricación óptima. Finalmente, desde la propuesta de inclusión al proceso técnico, se analizó la cadena de valor que el biosustrato puede generar desde su aplicación en la industria productiva de biomateriales hasta su aplicación en la industria de las autopartes.

Es importante recalcar que, debido a la situación actual, se optó por ser un poco más recursivos al momento de plantear una solución para el desarrollo del biomaterial. Para este proyecto se escogió a industria de moto partes, como campo de acción tentativo, por practicidad y fácil accesibilidad de materiales, equipos, herramientas y expertos. Sin embargo, esta solución no es el campo de acción predilecto del proyecto, ya que más bien es el vehículo utilizado para testear las características del nuevo biomaterial. Finalmente, una vez culminado el proyecto, se podrá plantear o sugerir debidamente el campo de acción más viable para el material y que tenga una aplicación ideal, según los estándares establecidos durante el desenvolvimiento del mismo.

## 8.1 DESDE EL BIOMATERIAL

### 8.1.1 FICHA TÉCNICA

Se desarrolló una ficha técnica del sustrato para que los productores puedan comprender sus aspectos elementales y tomen en cuenta ciertas características al momento de desarrollarlo y comercializarlo. Se pone en evidencia los procesos productivos, materiales y referencias visuales con el fin de estandarizar los resultados a obtener. A continuación, se expone una imagen de referencia de la tabla de determinantes para la producción del mat de fibras vegetales. Para una mejor visualización de la ficha completa ingresar a este [link](#), que redireccionará a la carpeta de archivos adjuntos.

Tabla 27 Imagen referencial de la ficha técnica del material, extraída del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que dirige a una carpeta de adjuntos.











Ficha Técnica Técnica #1						
<b>Dimensiones</b>		150x100mm	<b>Peso</b>	25 g		
<b>Costo</b>	0.93	<b>Precio de Venta</b>		\$ 1.50		
<b>Nombre</b>		Mat de fibras vegetales				
<b>Foto</b>		<b>Descripción</b>				
		El mat está hecho de hebras largas de cabuya de 300 mm de longitud, que se dispersan uniformemente y unidos con aglutinante de cola blanca y agua. Se utiliza principalmente en procesos de colocación manual.				
		<b>Propiedades</b>				
Buena humectación, Fácil de formar y moldear, Espesor uniforme y Menor costo						
MATERIA PRIMA						
Nombre	Foto	Dimensiones/cantidad		Descripción	Color	
Cabuya		<b>Largo</b>	80 a 120 cm		extremadamente gruesa, dura y poca elástica, tiene buena resistencia a varios factores y tiene cualidades optimas similares a la fibra de vidrio	Beige
		<b>Grosor</b>	130 y 258 micras			
		<b>Densidad</b>	1.3 g/cm3			
Cola		<b>Peso</b>	1000 g		Adhesivo liquido vinílico listo para usar. Emulsión acuosa con buena resistencia mecánica que ayuda a encolar las fibras unas con otras.	Blanco



Tabla 28 Imagen referencial de la ficha técnica del material, extraída del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que dirige a una carpeta de adjuntos.

PROCESOS DE PRODUCCION		
Paso	Foto	Descripción
1	Desfibrar Cabuya	 Del ovillo de cabuya, recortar tiras de 30 cm para iniciar a destrenzar y separar al 100% cada una de sus hebras. TIEMPO DE DURACIÓN: 1 hora por kilo
2	Preparar encolado	 Mezclar la cola blanca con el agua en proporciones 1 a una y revolver bien hasta crear una sustancia líquida y homogénea. TIEMPO DE DURACIÓN: 5 minutos por litro
3	Engrasar Acetato	 Colocar ligeramente, sobre todo el acetato una fina capa de vaselina. Esparcir bien el engrasante, no debe quedar grumos. TIEMPO DE DURACIÓN: 5 minutos por metro
4	Primera capa cola	 Esparcir una mano de cola sobre en sectores estratégicos de la superficie engrasada, no requiere ser homogénea ni perfecta. Sirve solo para adherir las fibras al soporte. TIEMPO DE DURACIÓN: 3 minutos por metro
5	Distribución de fibras	 Distribuir uniformemente 10 g de fibra sobre el soporte. Verificar que las fibras abarcan todo el área y aplicar presión para que se adhieran las fibras con las zonas con encolado. TIEMPO DE DURACIÓN: 5 minutos por metro
6	Segunda capa cola	 Colocar 15g de encolado sobre las fibras con una brocha. Cuando ya se ha aplicado el encolante sobre toda la superficie y el sustrato sigue húmedo se aplica presión para compactar muy bien las fibras con la mezcla. TIEMPO DE DURACIÓN: 10 minutos por metro
7	Secar	 Dejar secar muy bien el encolado al aire libre antes de desprender el mat de su soporte. Una vez el mat, este completamente seco al tacto, el mat se desprende solo de su soporte. TIEMPO DE DURACIÓN: 2 horas por metro
MANO DE OBRA		
Descripción	Proceso	Tiempo
Obtención de Fibras	La fibra se extrae de las plantaciones en Santo Domingo, se lava, se peina, se desfibra y se prepara para su distribución	1 día
Fabricación industrial del Mat	Expertos en maquinaria de producción de papel, operan las calandradoras para formar los mats	1 día
Fabricación artesanal del Mat	Artesanos expertos en fibras que manejen y distribuyan manualmente las fibras de forma uniforme para formar los mats	1 día

## 8.1.2 DESARROLLO DE LA MOTOPIEZA

Durante esta etapa se pone en evidencia el desarrollo de la pieza final en todas sus fases: Fabricación, acabado y montaje, con el fin de materializar y demostrar que el desarrollo del biomaterial y su aplicación son factibles.

### 8.1.2.1 FABRICACIÓN

Antes empezar con la fabricación de la pieza se debe preparar el molde. Primero, se le aplica 3 capas de cera desmoldante y se deja secar por una hora entre capas, antes de empezar con la aplicación del biocompuesto. Una vez listo el molde, se recomienda cortar en trozos medianos los mats de fibra vegetal para que su aplicación sea más fácil. Cuando todos los materiales están preparados, se procede a activar la grenetina, en un envase que pueda someterse al calor del microondas, según las instrucciones dictadas en su empaque. (por cada 11g de grenetina, 5 cucharadas frías, reposo de 3 minutos y 6 calientes).



*Figura 56 Fotografías del desarrollo de la pieza final, tomadas al momento de su fabricación*

Posteriormente se procede a mezclar los componentes para la creación de la bioresina. Por cada cuatro cucharadas de grenetina se adhiere tres de fécula de maíz y una de yeso extra fino. Se recomienda seguir las proporciones indicadas para mantener la bioresina en su estado líquido y que al mismo tiempo su consistencia sea más manejable. También es recomendable conservar la temperatura de la grenetina líquida en media-alta para evitar que la mezcla cuaje antes de aplicarla en la pieza. Se debe repetir la proporción las veces que sea necesaria para culminar la pieza, no se debe realizar más cantidad de lo indicado por cuestiones de eficacia. Para el tamaño del molde utilizado se realizaron dos preparados en distintos tiempos, son los cuales basto para la cobertura completa de cada capa.

Cuando la bioresina esta lista se aplica tres capas uniformes sobre el molde previamente engrasado. El objetivo es dejar una pared homogénea de biocompuesto de 1-2 milímetros para asegurar un mejor acabado de la pieza. Se recomienda dejar secar 30 minutos entre capa y capa, aunque este paso no es estrictamente necesario, pues se pueden dar las 3 capas de bioresina al tiempo. Una vez listas las primeras capas de acabados, se las deja secar hasta que su consistencia sea más sólida y haya adquirido un tono opaco. Es importante destacar que cada capa requiere una porción de biocompuesto.



*Figura 57* Fotografías del desarrollo de la pieza final, tomadas al momento de su fabricación

Cuando la primera etapa ha sido culminada, es momento de empezar con el proceso de las capas de fibra vegetal. Se debe preparar nuevamente una porción de la bioresina y aplicar una fina capa de resina según la sección que se planea cubrir. Esto se hace con el fin de aprovechar el estado líquido de la resina y que pueda adherirse fácilmente el encolado con las fibras. Por segmentos se debe colocar la resina. Sobre dicha sección se coloca el mat y se aplica presión para que se unifiquen todos los elementos con la primera capa y para que el mat tome la forma del molde, al presionarla con los dedos.



*Figura 58 Fotografías del desarrollo de la pieza final, tomadas al momento de su fabricación*

Una vez se ha cubierto toda la superficie de mats, se prepara una porción más de resina y se la aplica sobre las fibras. Cuando la superficie esta húmeda se aplica presión nuevamente en toda la superficie y con más rigor en las partes detalladas del molde, con el fin de obtener mayor fidelidad en la pieza final. Este paso puede repetirse las veces que sea necesaria, según el grosor de la pieza que se requiera. Es recomendable dejar secar entre capa y capa de 30 a 60 minutos. En este caso se replicó este proceso 4 veces antes de darle la capa final.

**Nota:** Es importante respetar los tiempos de secado del material. Aunque si se busca acelerar el proceso de secado, NO SE DEBE SOMETER A LA PIEZA A CALOR, ya que, cuando el material tiene consistencia no newtoniana, el material tiende a derretirse en altas temperaturas, por lo que no debe se debe mantener la pieza en lugares cálidos o con acceso directo al sol pues puede afectar la composición de su bioresina. Si la pieza ha sido derretida, puede repararse implementando más biocompuesto en las áreas afectadas, pero si se busca un resultado pulcro para evitar corregir la pieza en la etapa de acabados, se sugiere repetir la pieza de cero. Si las fibras siguen húmedas, se pueden lavar y reutilizar

para la fabricación de más mats. Finalmente, si irremediablemente se requiere acelerar su tiempo de secado, se puede aplicar aire frío sobre la pieza. En este caso se utilizó una secadora de pelo a temperatura baja para proporcionar aire frío y secar más rápido la pieza entre capa y capa, pero a nivel industrial o semi-industrial se pueden usar ventiladores.



*Figura 59 Fotografías del desarrollo de la pieza final, tomadas al momento de su fabricación*

Para su último paso se debe aplicar dos capas de bioresina para sellar finalmente la pieza. Para este proceso se tomaron en cuenta varias de las recomendaciones que se dieron en la etapa de experimentación, como dejar un centímetro de gracia fuera del molde para posteriormente cortarlo y obtener un acabado más fino. Por otro lado, también se dejó secar completamente la pieza dentro del molde, de 4 a 6 días, con el fin de evitar cualquier deformación o agitación que se pueda producir en su superficie previo a desmoldarse.



*Figura 60 Fotografías del desarrollo de la pieza final, tomadas al momento de su fabricación*

Finalmente, una vez la pieza se haya secado en un 100% dentro del molde, se procede a desmoldar la pieza con mucho cuidado para no dañarla. La pieza ha culminado el proceso de fabricación y está lista para ser tratada en la siguiente etapa para adquirir sus acabados finales.

**Nota:** Durante su proceso de secado el material tiende a tomar una forma libre, tal y como se demostró en la etapa de experimentación, por lo que se optó mantener la pieza en su molde hasta que seque completamente. Al mismo tiempo que se presionó los bordes del molde con el material para que este adquiriera fielmente la forma requerida. En este caso se utilizaron pinzas de ropa, pero a un nivel semi-industrial se puede optar por prensas o incluso a nivel industrial por un molde macho-hembra.

En la etapa de fabricación, el resultado final dio una pieza de 7-9 milímetros de grosor, para las cuales se requieren 8 mats de 21x30 cm y 13 porciones de bioresina preparada.

### 8.1.2.2 ACABADOS

Una vez seco el molde completamente se procede a desmoldarlo delicadamente con el fin de evitar cualquier daño en la superficie. En el caso de que la pieza tenga imperfecciones en su cara superior se puede aplicar masilla en las áreas afectadas. Se recomienda cubrir las grietas completamente, pero sin sobrepasar su extensión, ya que no se requiere una gran capa de masilla, sino solo se busca cubrir las fallas. Finalmente, y de forma manual, se procede a lijar minuciosamente toda la pieza con lijas 60-80-240-380-400 u 600 respectivamente, para otorgarle un buen acabado y una superficie lisa.



*Figura 61 Proceso de acabados de la pieza final. Masillado*

Una vez la pieza ha quedado con la estética que se requiere, se procede a cortar los bordes extras con una amoladora de metal. Es primordial que los cortes que se vayan a hacer sean con esta herramienta ya que permite un corte limpio y a diferencia de otras cortadoras eléctricas. El disco de las amoladoras evita que las fibras se enreden y se rompa la pieza. Es importante delimitar el área de corte previo a hacerlo ya que esta no debe interferir con el diseño de la pieza. Se debe



aclarar también que la amoladora es una pieza muy útil, pero a su vez muy grande y tosca, por lo que no puede acceder a áreas pequeñas. En ese caso es recomendable usar un dremel de disco pequeño.



*Figura 62* Corte de la pieza final con amoladora



*Figura 63* Guardafangos pulsar NS200 con nuevo biomaterial previo a pintar

Para darle un acabado profesional a la pieza, y evitar cualquier tipo de error que la brocha pueda ocasionar, se acudió a un experto para pintar la pieza con de manera óptima con ayuda de un compresor. Pero antes, cubrió por última vez las ligeras imperfecciones que con su ojo de experto logro detectar en la pieza. Comento que la masilla de empaste a base de yeso es útil pero no del todo para la pieza y aconsejo utilizar una resina a base de los mismos materiales de la bioresina original, pero adicionalmente le agrego cola de carpintero, esta asegura que la pieza se haga más rígida y no se debilite con la lijada de máquina.



*Figura 64* Biomasilla de fécula, cola blanca y grenetina para corregir imperfecciones de la biopieza

Osito, el experto, comento que en la antigüedad se ocupaba maicena y goma para replicar figuras de porcelana, ya que esta mezcla al secarse se endurecía bastante. Por lo que se optó por utilizar esta nueva mezcla para cubrir por última vez las imperfecciones de la pieza y darle un incluso mejor acabado a la pieza final, tras lijarla y pulirla mecánicamente muy bien por última vez previo a su pintura.



*Figura 65* últimos toques de biomasilla previos a la lijada mecánica y previos a tener un acabado final más liso y resistente

Finalmente, para pintar la pieza, primero se la debe fondear, con primer automovilístico. Una vez lista la primera capa se procede a pintar la pieza con la pintura elegida, según el acabado final que se busca. En este caso, como se acostumbra, se pintó al guardafangos de color negro mate. Para evitar cualquier tipo de imperfección, tanto el fondeo como la pintura fueron aplicados con compresor, con el fin de tener un acabado superficial más liso y estético. La pieza

demonstró aceptar muy bien la pintura y se adaptó completamente al acabado que se buscaba.



*Figura 66* prototipo fondeado y pintado con compresor





*Figura 67* Prototipo pintado

### 8.1.2.3 MONTAJE

El material no solo busca replicar morfológicamente una moto pieza, sino que también pretende demostrar su aplicabilidad en distintos entornos. Una moto parte también debe ser sometida a distintos tipos de ensambles a los cuales se debe adaptar si busca demostrar una funcionalidad eficaz. Es por eso que a la pieza realizada con el nuevo biocompuesto, buscó verificar dichos aspectos funcionales y de uso de la pieza original. Las evidencias del prototipo demuestran una perfecta aceptación a aspectos formal estéticos, preso tras someterla a la etapa de montaje,

la motoparte demostró también tener alta capacidad de resistir perforaciones y al mismo tiempo demostró acoplarse muy bien a los mecanismos de unión proporcionados como lo fueron los remaches.

Por otro lado, como todo guardafangos debe unirse a un soporte metálico conectado a la llanta, se construyó desde cero unos soportes de platino que sostendrían a la pieza a su estructura. La pieza original replicada era originalmente de una motocicleta pulsar Ns 200, pero para demostrar su versatilidad, se la monto sobre una Suzuki. Sorpresivamente la pieza no dio ningún inconveniente a pesar que las ruedas de la Suzuki son más gruesas que las de la moto deportiva.

Este factor demostró que a pesar de que el biocompuesto está constituido mayormente de componentes a base de agua, la pieza al secarse presento un índice de reducción dimensional casi nulo, lo cual es bastante bueno para el material. Finalmente, cabe destacar que Osito, confirmo que la pieza del nuevo material demostró ser más trabajable que el material original, con esto se refiere a que, al momento de perforar la pieza, el material no presentó ninguna resistencia, es más recalco que este material fue mucho más fácil y “suave” de perforar, y que incluso la pieza se conservó intacta. El material no se trizo por la vibración del taladro ni se despostillo a ningún momento.

Finalmente, se puede afirmar que la pieza del nuevo biocompuesto paso exitosamente cada fase a la que cualquier moto pieza de poliéster reforzado con fibra de vidrio debe someterse. Desde su creación, hasta su aplicación de acabados y montaje, el biomaterial demostró ser capaz de acoplarse a distintos tratamientos de forma eficaz. Incluso para demostrar su funcionalidad, se realizó una pequeña prueba de resistencia, al sacar a la motocicleta a la calle, a dar unas vueltas, con

el nuevo guardafangos, mismo que durante todo el trayecto se mantuvo firme en su posición y no demostró problema alguno.



*Figura 68* montaje de la pieza en la motocicleta

Con el fin de determinar de mejor manera la validación del prototipo, se extendió su uso una semana más con el fin de determinar si, a lo largo de esa semana, esta sufría algún tipo de daño estético o interno. Durante este periodo, la pieza se mantuvo en la intemperie resistiendo distintos factores ambientales y también realizó distintos recorridos, aunque hay que destacar que estos fueron muy pocos, casi nulos. Osito, dueño de la motocicleta, comentó que no hubo mayor problema con la pieza. La pieza resistió bien y no se trizo, ni se descastó durante este periodo de prueba. Pero al momento de desmontar finalmente la pieza, se pudo observar un pequeño desgaste en donde se unió la pieza con el soporte. Al parecer, cuando

se la monto, se apretó muy duro el remache y este dañó la pintura, afectando su acabado superficial mas no el material de la pieza.



*Figura 69* Resultados validación de uso prototipo

Osito comentó que, durante la lluvia, las capas de pintura repelieron muy bien el agua, lo que permitió que esta no penetrara al material. Sin embargo, la parte inferior del prototipo, al no estar pintada, si absorbía parte de los líquidos con los que estaba en contacto, alterando así su consistencia. Esto significa que al entrar en contacto con el agua la materia tiende a cambiar su rigidez, mas no su forma. Sin embargo, cuando la pieza se seca nuevamente, esta vuelve a su estado natural. Esto puede ser un problema, por el tipo de pieza que se está tratando. Al ser un guardafangos, está diseñado para retener el lodo de las ruedas, por lo que si esta pieza se mantiene de este material puede verse afectado por su tipo de funcionalidad. Ahora, Osito recalco que este problema se puede solucionar impermeabilizado también ese lado de la pieza ya sea con pintura o resina, para evitar que el material se debilite al humedecerse, sin embargo, esto significa que se agrega un proceso más y por ende un material/acabado más, dificultando así la disposición final del material.



## 8.2 DESDE LA PROPUESTA DE INCLUSIÓN

### 8.2.1 CADENA DE VALOR

El objetivo de realizar una cadena de valor desde la propuesta de inclusión, es para analizar cómo las actividades que se realizan en la empresa, pueden generar valor al producto final (Peiró, 2019). Para esto, se tomó la herramienta original establecida por Michael Porter (Peiró, 2019) y se la adaptó, con el fin de hacerla más a fin al proyecto que se está desarrollando. Se tomaron las etapas principales del proceso productivo del biosustrato y se analizaron una por una las actividades que pueden sumar valor al material final.

Tabla 29 Cadena de valor del proyecto

<b>INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA</b>				
Administración, Oficinas, Industria de Papel, Hacienda de fibras.				
<b>GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS</b>				
Reclutamiento, capacitación, sistema de remuneración, seguro social, indumentaria de seguridad.				
<b>DESARROLLO DE TECNOLOGÍA</b>				
Investigación de mercado, desarrollo de materiales y productos, tecnología industrias.				
<b>COMPRAS</b>				
Maquinas, Equipos y herramientas, camiones, servicios basicos y de abastecimiento				
<b>LOGISTICA DE ENTRADA</b>	<b>OPERACIONES</b>	<b>LOGISTICA DE SALIDA</b>	<b>MARKETING Y VENTAS</b>	<b>SERVICIOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siembra y cosecha de la materia prima</li> <li>- Tratamiento de la materia prima</li> <li>- Control de entrada</li> <li>- Pago de Insumos</li> <li>- Distribución de materiales</li> </ul>	<p><b>Artesanal</b> Desfibrar, encerar soporte, distribuir fibras, encolar, secar y empacar.</p> <p><b>Industrial</b> Distribuir, encolar, calandrar, secar, cortar, rebobinar y empacar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesamiento de pedidos</li> <li>- Distribución de envios</li> <li>- Manejo de depositos</li> <li>- Preparacion de informes</li> </ul>	<p><b>Distribuidoras</b> Venta directa, catalogos, webpage, publicidad y muestras del material y sus aplicación.</p> <p><b>Cientes</b> Venta indirecta, catalogos, webpage, publicidad, boca en boca y show rooms de aplicaciones</p> <p><b>Usuarios</b> catalogos, speech, boca en boca, redes sociales y muestras de aplicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refill componentes de bioresina en mismo envases (incluye porcentaje de descuento)</li> <li>- Recolección de residuos no degradables</li> <li>- Promesa de plantar arboles por la compra de mats.</li> <li>- Aparición de productos en show rooms y redes sociales.</li> </ul>

Esta herramienta busca determinar la aplicación del biomaterial desde su producción hasta su propuesta de inclusión en el proceso productivo de autopartes para motocicletas. Al mismo tiempo que esta cadena busca generar valor, también ofrece un cierto beneficio, en diversos aspectos. Este análisis no solo permite a la empresa darle al cliente una razón más por la que preferir el producto ante otro parecido, sino que se busca generar un mayor beneficio en ambas partes, productor-consumidor. Con el fin de mantener el proyecto desde un ámbito de sostenibilidad absoluta, se buscó otorgar valores, tangibles e intangibles, al proyecto desde tres ejes: la parte social, la parte ambiental y la parte económica.

Es importante destacar que durante su proceso productivo se ofrece trabajo digno a manos ecuatorianas y se las capacita para transformar las fibras vegetales en un nuevo material industrial seguro con ayuda de proseo limpios y sostenibles. Los procedimientos y recursos utilizados en todas las etapas de fabricación son más económicos y valiosos que los procesos productivos de la fibra vítrea, dando como consecuencia un mayor beneficio económico tanto a las empresas como a los usuarios y clientes que consumen el biomaterial.

Finalmente, se puede concluir que este nuevo biosustrato no solo cumple con las cualidades del material que planea sustituir, ni mejora las condiciones sociales y ambientales en los que la fibra de vidrio original fallaba, sino que, con la ayuda de esta cadena de valor, se logró determinar cómo en cada etapa productiva existe un valor agregado que incentiva a su compra gracias a los beneficios, económicos, sociales y ambientales que toda su fabricación conlleva.

## 9 PROYECTO DE DISEÑO

### 9.1. FACTIBILIDAD – PLAN DE PRODUCCIÓN

Una de las aplicaciones que tiene el biomaterial es en la industria de las autopartes, específicamente en las autopartes para motocicletas. Se estima que existe alrededor de 4 empresas de Tuning de Autos y Motos por cada parroquia urbana (Regalado & Sánchez, 2013). Tomando en cuenta que son aproximadamente 32 parroquias urbanas en cada provincia (Go Raymi, S.f.), se calculan aproximadamente 125 talleres de Tuning a nivel provincial. Sin embargo, considera que no todas las empresas de tuning van a acceder al cambio de material instantáneamente. Por lo que, el nicho de mercado a atacar se reduce a un 25% de empresas de Tuning que serán potenciales clientes directos. Esto significa que existen alrededor de 770 talleres de tuning, a nivel nacional, a los que les puede interesar aplicar este nuevo biosustratoes sus productos.

Con estas herramientas se buscó identificar desde el plan de producción del mat, qué tan posible puede ser la fabricación del biomaterial, si es que cada empresa de Tuning requiere aproximadamente 4 m<sup>2</sup> de mat a la semana, lo que representa una producción mensual de 12320 metros de mats de fibras vegetales a nivel nacional.

*Tabla 30 Imágenes referenciales de la Tabla de Factibilidad extraídas del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que redirige a una carpeta de adjuntos.*

Nicho de Empresas de Tuning en Ecuador	Demanda mats semanales	Demanda mats mensuales	Demanda de mats mensuales para saciar dichas empresas de Tuning en Ecuador
770	4	16	12320

	etapa		factibilidad						
	actividades	descripción del proceso	frecuencia	áreas requeridas	recursos humanos (Por acción)	herramientas	equipos	materiales	cuanto se puede producir
obtención de materias primas y componentes	Recolección de fibras	Deshojado, tumbado de tronco, tunxe, desfibrado, tendaleado y formación de moños.	todos los días	Hacienda en Santo Domingo con plantaciones de abacá, sisal, cañamo y bonote	<b>2 personas</b> que manejen bien el uso de machete y cuchillo para el deshojado, tumbado y tunxeado del árbol; <b>tres personas</b> que conozcan el uso de la maquina desfibradora mecánica y <b>una persona</b> que tandalea las fibras y los forma moños. (Se recomienda que sean Hombres)	machete, gancho largo y cuchillo.	maquinas desfibradoras, varillas metálicas de soporte y gancho de pared	árbol de abacá, sisal, cañamo y bonote	Con 80 personas recogerían 440 tallos por día
	Lavado de fibras	Se separan las fibras de los moños y se las peina para poder lavarlas	todos los días	Espacio exterior con acceso a agua potable.	<b>Una persona</b> que sepa peinar y lavar correctamente las fibras sin romperlas (comúnmente son Mujeres)	Peine y Manguera	tanque plástico de agua de capacidad de 900 litros	agua	20 personas lavan 440 tallos de fibra al día
	Secado de fibras	tendaleado: Cuelga las fibras de una varilla metálica horizontal y se las deja secar al sol.	Dos veces a la semana	Espacio exterior con varillas suspendidas horizontalmente en el techo con acceso directo de sol y aire libre	<b>Una persona</b> que sea capaz de colgar las fibras en las varillas (comúnmente son Mujeres)	N/A	varilla metálica de soporte	sol	Las mismas 20 personas secan 30800 kg de fibras por semana
	distribución de fibras	se las transporta en camiones a fabricas de mat de fibra natural	tres veces al mes	N/A	<b>Una persona</b> que sepa manejar Camión	N/A	camión de 3 ejes propio de la empresa	N/A	camión transporta 123200 kg de fibra al mes
	realización de mat de fibras proceso industrial	se produce el sustrato con el que se va a trabajar. Para esto se distribuye las fibras de forma homogénea en una plancha, se rocía el encolado natural y se lo prensa para que tome forma. Se deja secar y se embobina el nuevo mat de fibra natural listo para su distribución	todo los días	fabrica con maquinas parecidas a industrias de papel	<b>Personas</b> que sepan manejar maquinas industriales productoras de papel como prensadoras y clandradoras, etc.	N/A	Rociadores de encolado y calandradoras (prensa), bobinas.	fibras y aditivo natural	Se producen 12320 mats de 1.50m x 1m x 25g al mes

En la matriz de factibilidad se analizó cada etapa productiva del biosustrato, desde la recolección de las fibras vegetales, hasta la producción de los 12320 mats requeridos para saciar la demanda nacional del mercado de moto partes, interesados en el nuevo material. Se examinó detenidamente cada recurso que requiere la fabricación del monto establecido y se llegó a la conclusión de que efectivamente el proyecto puede ser producible, ya que su la propuesta cuenta con factores que son posibles y fáciles de utilizar a favor del proyecto.

Es importante recalcar que una de las razones por las que se puede considerar factible al proyecto es debido a que cuenta con procesos productivo ya existentes y que han demostrado ser factibles para las empresas que ya han utilizado dichos métodos, por lo que al ser un plan de producción muy común en empresas actuales se puede afirmar que este proyecto es realizable en gran medida.

## 9.2 VIABILIDAD – PRESUPUESTO

Una vez, demostrada la posibilidad de producir el monto requerido para saciar la demanda de mats de la industria del tunning a nivel provincial, se buscó determinar si el proyecto era viable. Para esto, se analizó cuánto cuesta producir dichos 12320 metros de mat de fibra vegetal y se lo comparó con las ganancias que representa la venta del producto, bajo el precio competitivo establecido inicialmente en la ficha técnica. Finalmente, se estableció un punto de equilibrio de la empresa y se analizó los resultados obtenidos con el fin de determinar la rentabilidad del proyecto.

*Tabla 31 Imágenes referenciales de las tabas de cálculo de viabilidad extraídas del archivo original. Para una mejor visualización del documento completo ingresar a este [link](#) que redirige a una carpeta de adjuntos.*

	etapa			factibilidad				viabilidad	
	actividades	frecuencia	áreas requeridas	recursos humanos (Por acción)	herramientas	equipos	materiales	cuanto se puede producir	Cuanto cuesta producir
obtención de materias primas y componentes	Recolección de fibras	todos los días	Hacienda en Santo Domingo con plantaciones de abacá, sisal, cáñamo y bonote	<b>2 personas</b> que manejen bien el uso de machete y cuchillo para el deshojado, tumbado y tunxeadado del árbol; <b>tres personas</b> que conozcan el uso de la maquina desfibrador mecánica y <b>Una persona</b> que tandalea las fibras y los forma moños. (Se recomienda que sean Hombres)	machete, gancho largo y cuchillo.	maquinas desfibradoras, varillas metálicas de soporte y gancho de pared	árbol de abacá, sisal, cáñamo y bonote	Con 80 personas recogerian 440 tallos por día	50\$ materia prima
	Lavado de fibras	todos los días	Espacio exterior con acceso a agua potable.	<b>Una persona</b> que sepa peinar y lavar correctamente las fibras sin romperlas (comúnmente son Mujeres)	Peine y Manguera	10 tanques plástico de agua de capacidad de 900 litros	agua	20 personas lavan 440 tallos de fibra al día	20\$ de agua mensuales
	Secado de fibras	Dos veces a la semana	Espacio exterior con varillas suspendidas horizontalmente en el techo con acceso directo de sol y aire libre	<b>Una persona</b> que sea capaz de colgar las fibras en las varillas (comúnmente son Mujeres)	N/A	varilla metálica de soporte	sol	Las mismas 20 personas secan 30800 kg de fibras por semana	6500\$ de total sueldo abacaleros
	distribución de fibras	cuatro veces al mes	N/A	<b>Una persona</b> que sepa manejar Camión	N/A	camión de 3 ejes propio de la empresa	N/A	camión transporta 123200 kg de fibra al mes	800\$ alquiler camion al mes
	realización de mat de fibras proceso industrial	todo los días	fabrica con maquinas parecidas a industrias de papel	<b>Personas</b> que sepan manejar maquinas industriales productoras de papel como prensadoras y clandradoras, etc.	N/A	Rociadores de encolado y calandradoras (prensa), bobinas.	fibras y aditivo natural	Se producen 12320 mats de 1.50m x 1m x 25g al mes	60\$ electricidad al mes y sueldos maquinistas 4000\$

Gastos de produccion	Cantidad de mats producidos	Costo de produccion por mat
\$ 11,430.00	12320	\$ 0.93

COSTOS FIJOS Y VARIABLES AL MES			
Cotos Fijos:		Costos Variables:	
Arriendo de oficinas o locales	\$ 1,500.00	Materia Prima	\$ 45.00
Marketing	\$ 1,000.00	Insumos	\$ 174.00
Sueldos	\$ 4,000.00	Mano de Obra	\$ 6,500.00
Telefonía e Internet	\$ 150.00	Costos de distribución	\$ 1,200.00
Gastos de Oficina	\$ 150.00	Servicios Basicos	\$ 150.00
Gastos de administración y ventas	\$ 150.00	Mantenimiento de maquinas	\$ 100.00
Pago de Seguros	\$ 600.00	<b>total</b>	\$8,169.00
<b>total</b>	\$ 7,550.00		
		<b>TOTAL</b>	\$15,719.00

Costos fijos y variables	Venta de mats	Ganancia Empresa	Porcentaje de gancia
\$15,719.00	\$18,480.00	\$2,761.00	17.60%

Cosos fijos	Precio unitario	Costo variable unitario	Punto de equilibrio
\$7,550.00	\$1.50	\$0.66	9021 Unidades

Gracias a las herramientas utilizadas previamente, se logró demostrar que el proyecto es viable. Tomando en cuenta que el precio unitario no es muy alto a comparación de su costo de producción, se planea mantener este valor, ya que el producto entraría en un mercado competitivo con la fibra de vidrio sintética. A pesar de esto, se logra apreciar que la venta cada mat representa una ganancia del 17%. Se evidencia también que tan solo con la compra 9021 mats se puede llegar al punto de equilibrio de la empresa, lo cual es bueno ya que la producción inicial pretende saciar la demanda de 12320 unidades, representando estabilidad económica en la empresa desde su primer mes de producción.

Finalmente se puede concluir que de hecho el proyecto es rentable, incluso proyectándolo desde un precio de venta al público tan bajo como el establecido inicialmente. El precio podría elevarse y tener una ganancia del 200% si es que se quisiera. Incluso se puede justificar esta alza de precio con simple hecho que los

componentes para la bioresina son mucho más económicos que los componentes para la resina de poliéster sintética. Su diferencia es de 34 dólares, por lo que se puede equilibrar el precio del mat con dicha diferencia de precios. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se mantendrá el P.V.P de 1.50\$ para entrar, con una mayor aceptación, al mercado.

### 9.3 PLAN ESTRATÉGICO DE NEGOCIOS

Si bien es cierto, el precio del mat se mantuvo intencionalmente en un precio competitivo de \$1.50 P.V.P. con el único objetivo de penetrar más fácilmente al mercado y tener una mejor acogida con respecto a la fibra de vidrio sintética, misma que cuenta con un precio similar. Sin embargo, como se mencionó previamente, este precio puede aumentar un poco y así incrementar las ganancias y mejorar las condiciones de la industria. El costo son todos los gastos que la empresa tendrá en el proceso productivo de un bien, siendo estos: materias primas, insumo, mano de obra, etc. Por otro lado, el precio es el valor establecido por el vendedor para solventar los gastos unitarios de producción y adicionalmente tener un porcentaje de ganancia de la venta del producto. En este caso, el costo busca regirse bajo una acción responsable y sostenible por parte de los fabricantes.

Si se habla de los costos comparativos entre la fibra de vidrio original y el nuevo mat de cabuya, se puede notar que la diferencia es muy significativa. Por ejemplo, el costo productivo de un metro cuadrado de mat de cabuya es de 0.93 centavos. Pero, si se calcula el costo de la fibra sintética, a base de su PVP y una supuesta utilidad del 15%, su costo de producción sería de 0.10 centavos por cada metro cuadrado de fibra de vidrio sintética. Esto quiere decir que el nuevo mat es más costoso que el mat original, sin embargo, esta diferencia se debe a que el nuevo biomaterial tiene un proceso productivo más extenso que el proceso original, y por

ende su costo aumenta según las fases extras existentes en este nuevo procedimiento.

El costo de producción del nuevo biomaterial abarca una amplia gama de actores. Para que el precio final sea justo y al mismo tiempo económico, se calculó detalladamente sus costos, tomando en cuenta todos los factores que envuelvan la fabricación de un metro cuadrado de mat de cabuya, con el fin de que, tanto su costo como su precio, sean coherentes y mantengan una sostenibilidad estratégica. Es importante recordar que la sostenibilidad busca mantener el equilibrio entre lo económico, lo social y lo ambiental. Es por esto que el costo del producto no solo se refiere a los gastos productivos, sino que también hace referencia a un costo beneficioso relacionado con la vida del producto, de su impacto ambiental, con temas de salud, contaminación, mano de obra, entre otros.

La estrategia de negocios de este proyecto radica en que todos los eslabones en la cadena de producción tienen valor. Para esto se buscó tener una visión más amplia del proyecto completo. No solo se pretendió establecer un precio conveniente para el fabricante, sino que se buscó ir más allá de un simple producto. Es por eso que si se analiza el producto final y se ve que hay detrás de él, además de encontrarse con una producción más limpia, se aprecia una situación de los trabajadores, productores y obreros más digna. Como se mencionó previamente, el proyecto inicialmente buscó explotar ciertas fibras vegetales, como el abacá, con el fin de abolir la esclavitud moderna del Caso Furukawa. Al establecer esta nueva industria a base de fibras, se abriría paso a mayor cantidad de puestos de trabajo dignos, que se niegue a someter sus trabajadores a condiciones precarias y que minimice la sobre explotación de trabajadores de esta industria.












Tomando en cuenta estos factores sociales, sumándole a la conciencia ambiental del proyecto y el análisis de beneficios económicos de la industria, se puede afirmar que, dentro de las bases de la mentalidad circular, este producto es apretadamente sostenible. Sin embargo, si se busca que su sostenibilidad incremente también se debería aumentar su precio de venta al público, con el fin de adquirir una mayor ganancia, económica, ambiental y social. El alza del precio, no solo se puede justificar con la diferencia abismal de precios de los componentes de la bioresina y la resina de poliéster, sino que justamente también se puede aludir a los tres ejes de sostenibilidad que brindan mayor valor al proyecto.

Si el target al que se apunta, al momento de comprar el material, está interesado en las certificaciones, se espera a que esté dispuesto a pagar un poco más por un producto de buena calidad, responsable con el medio ambiente, que promueva el comercio justo y la sostenibilidad de un producto. De esta forma se podría demostrar que el consumidor final del producto prefiere una alternativa mejor y más consiente y saludable con respecto a un producto bueno y tradicional como lo es la fibra de vidrio sintética.

Finalmente, para establecer de mejor manera la estrategia de negocio, se pretendió analizar diversos temas elementales para el proyecto, que ayuden a concretar de mejor manera, todo lo que se quiere hacer. Para esto, se desarrolló un modelo de negocios que busque darle una propuesta de valor al proyecto basada desde una visión sistemática más completa, que incluya un análisis de cada paso de la fabricación del nuevo material, con el fin de llevar a este estudio de un simple material a un proyecto más completo. Es por eso que para entender un poco más afondo la visión a futuro del material, se realizó un Modelo de negocios canas, que permita conocer cada eslabón en el que se va desenvolver la nueva industria.

Tabla 32 Canvas Modelo de negocios

The Business Model Canvas

<p><b>Key Partners</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajadores de fibras vegetales víctimas de sobre explotación laboral por parte de grandes industrias.</li> <li>- Distribuidor de semillas de fibras vegetales</li> <li>- Fabricantes de Cola blanca</li> <li>- Fabricantes de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fécula de Maíz</li> <li>- Grenetina</li> <li>- Yeso extra Fino</li> </ul> </li> <li>- Industrias del papel</li> </ul>	<p><b>Key Activities</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar trabajo</li> <li>- Capacitar personal</li> <li>- Cultivar y extraer fibras</li> <li>- Desfibrar, lavar y peinar fibras</li> <li>- Transportar materia prima</li> <li>- Transformar las fibras al mat</li> <li>- Distribuir el producto</li> <li>- Comercializar el producto</li> </ul>	<p><b>Value Propositions</b> </p> <p><b>valor agregado</b></p> <p>Biomaterial sustituto al poliéster reforzado con fibra de vidrio que no contamina el medio ambiente, ya que es biodegradable y mucho más saludable, debido a sus componentes naturales, mismos que aseguran que este material no es nocivo para la salud de quien está en contacto directo con el material.</p>	<p><b>Customer Relationships</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refill de envases por descuento</li> <li>- Cada compra del mat contribuye a dar vida digna a personas de una comunidad en Santo Domingo</li> <li>- Servicio de recuperación del material para facilitar y asegurar una disposición final adecuada.</li> </ul>	<p><b>Customer Segments</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Productores de piezas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.</li> <li>- Distribuidores de componentes de piezas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.</li> <li>- Usuarios que estén interesados en biomateriales que aprovechen las cualidades del material para la exploración de distintas aplicaciones.</li> </ul>
<p><b>Key Resources</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Haciendas en Santo domingo</li> <li>- Maquinas desfibradoras</li> <li>- Fabrica de Mats</li> <li>- Maquinara de Papel</li> <li>- Camión de tres ejes</li> <li>- Conocimiento y experiencia de los Trabajadores de fibras</li> <li>- Planta de Recuperación y Compostaje del material</li> </ul>		<p><b>valor diferenciador</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- toxicidad nula</li> <li>- biodegradable</li> <li>- No es contaminante</li> <li>- No es nocivo contra la salud</li> <li>- Hecho por manos 100% ecuatorianas</li> <li>- trabajo digno bajo el concepto de comercio justo</li> </ul>	<p><b>Channels</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Venta en Pintulac</li> <li>- Venta en las principales distribuidoras de fibra de vidrio</li> <li>- Venta por internet</li> <li>- Presencia en redes sociales</li> <li>- Presencia en ferias y concursos de biomateriales</li> </ul>	
<p><b>Cost Structure</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pagar mano de obra de Haciendas</li> <li>- Sueldo trabajadores de la fabrica</li> <li>- Compra de insumos</li> <li>- Pago de seguros trabajadores</li> <li>- Pago de servicios básicos</li> <li>- Compra de semillas de fibras vegetales</li> </ul>		<p><b>Revenue Streams</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperar gastos con la venta de biomats</li> <li>- Recibir ingresos por la renta de fábrica a industria de papel</li> </ul>		

En este Canvas se detalló minuciosamente los agentes claves que ayudaran al proyecto a funcionar correctamente en un escenario futuro. Se tomó en cuenta los socios clave, las actividades, los recursos, los costos y las estrategias que la empresa tendrá para que su desenvolvimiento en la industria sea la más eficaz. Si se observa detalladamente el canvas se puede entender claramente como funcionaria el plan de negocios de la empresa, desde cada eslabón. Es importante destacar que, se busca mantener el proyecto desde un eje de economía circular. La empresa brinda seguimiento de cuna a cuna con el fin de mantener su sostenibilidad intacta y resultados óptimos.

#### 9.4 PLAN DE PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA DE MATS

Es importante destacar que, si se planea suplir la demanda nacional identificada previamente, la manera de transformar y producir el material debe ser más industrializada. La producción de mats debe dejar de ser un proceso artesanal si es que se busca que su producción sea en masa. Por lo que se implementarían equipos y herramientas más especializadas para dicho proceso productivo. Mismas que se pensaron ser semejantes a la maquinaria ya existente en las fábricas de papel. A continuación, se detallará los procesos industriales potenciales que se tomaron en cuenta para la fabricación industrial del mat de cabuya.

Inicialmente, la producción del mat de cabuya requiere de máquinas que distribuyan uniformemente la fibra de cabuya previamente peinada y lavada. Durante su etapa de refinación, se busca desarrollar las propiedades físicas del mat. En este paso se incorporan la cola y el agua en proporciones 1 a 1 para formar el encolado que unirá las fibras unas con otras de manera óptima. Luego durante la formación, se deposita el mat sobre una malla de alambre de plástico, con el objetivo de drenar la mayor cantidad posible de encolado que forma parte de la suspensión de las fibras.

Posteriormente, Los mats pasan a través de una serie de rodillos o prensas que, una vez más, disminuirán su contenido de encolado para que aumente su resistencia. Luego, en la fase de secado, el mat pasa por una serie de cilindros huecos, secadores, que son calentados interiormente por vapor para acelerar este proceso y poder empezar la etapa de calandrado. Donde, se uniformiza el espesor del mat, pasándolo a través de un grupo de rodillos sólidos perfectamente lisos.

Finalmente, Una vez que el mat ha sido calandrado se procede a enrollarlo formando grandes rollos que se transfieren a la última etapa del proceso, la cual se le conoce como embobinado. En esta última etapa el mat se rebobina en rollos de diámetros y anchos que se requiere y se preparan para cortarlos y empacarlos según la presentación comercial que el cliente necesita. Es importante destacar que se puede aprovechar la maquinaria de papelería para producir ahí mismo el material de empaque, él se pensó ser papel kraft. Esta propuesta plantea economizar energía y permite promover el uso de empaques más ecológicos y reciclables, además de brindarle un mayor valor agregado extra al mat de cabuya.

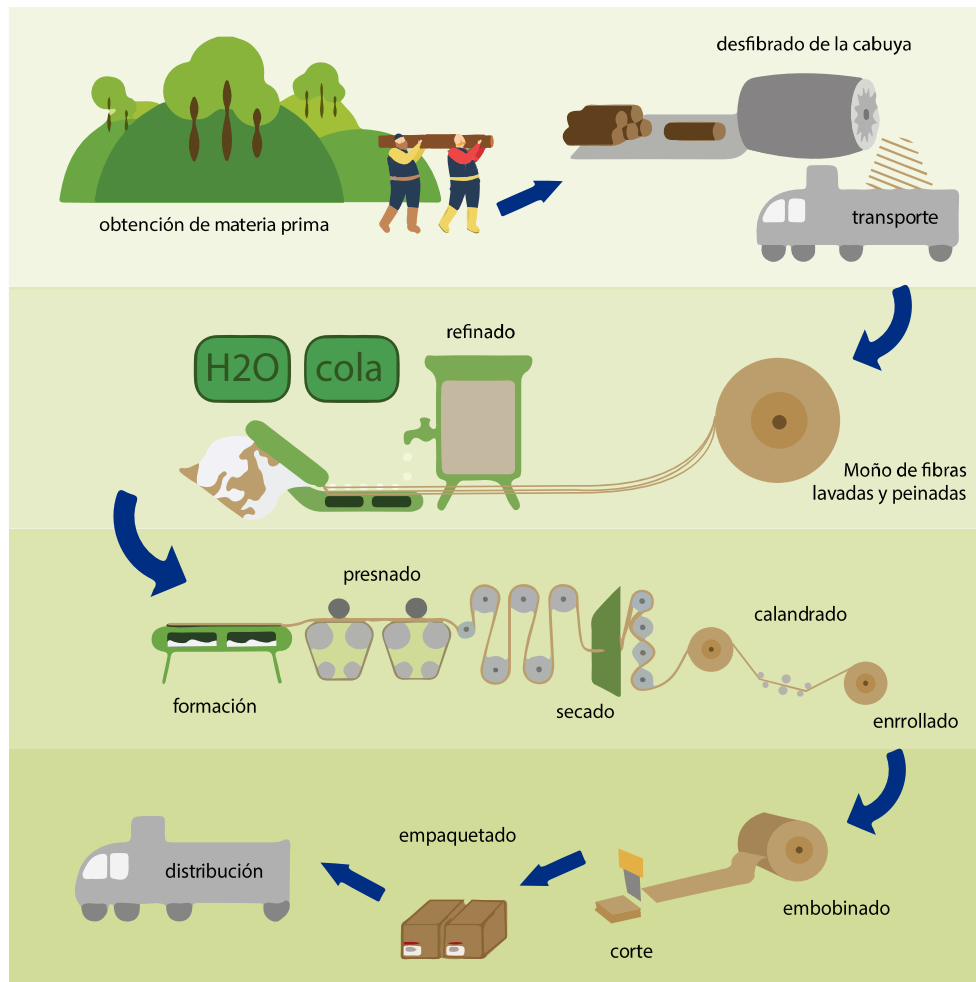


Figura 70 gráfico de producción industrializada de los mats

## 9.5 COMUNICACIÓN ESTRATEGICA

La comunicación estratégica sirve para establecer las tácticas y planes de comunicación, que una empresa requiere para avanzar con su misión (El Universo, 2018). Es importante focalizar las comunicaciones hacia un objetivo establecido (El Universo, 2018), para esto, se determinó la audiencia, el canal y el mensaje que se busca transmitir, para promover la venta y consumo del nuevo biosustrato. Es por eso, que se desarrollaron prototipos de comunicación acorde con los distintos sectores en los que se va a desenvolver el biosustrato. Es decir, se generaron estrategias comunicativas desde la empresa productiva, desde los distribuidores y desde los clientes, ya que cada sector cuenta un fin diferente, mismos que serán explicados a continuación.

### 9.5.1 DESDE LA EMPRESA DEL BIOMATERIAL

Para lograr un posicionamiento adecuado en el mercado, se requiere desarrollar una buena marca que caracterice los productos que se ofrece (El Universo, 2018). Biomat es el nombre que se le asignó al nuevo producto. Es un nombre muy sencillo, ya que busca transmitir textualmente que se está vendiendo, un mat biodegradable. Para destaca un poco más sus cualidades, se eligió como isotipo unas hojas que representan el origen de este material, es decir las fibras vegetales. Por otro lado, se escogió una cromática en gamas verdes que representan lo natural y orgánico y un color gris, que al igual que el tipo de tipografía escogida, ambos representan seriedad.

## Proceso de diseño y generación de alternativas



Figura 71 Alternativas digitalizadas de diseño de isotipo y opciones tipográficas de logotipo de Biomat

## Elementos escogidos para la propuesta final

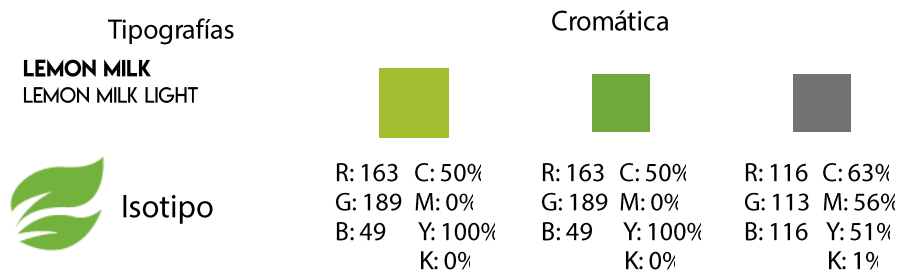


Figura 72 Tipografías y cromáticas utilizadas para la creación de la marca

## Propuesta final de la marca y sus aplicaciones



Figura 73 Resultado de la marca final



Figura 74 Mock up papleria de la empresa



Figura 75 Mock up y simulación de packaging

Toda empresa requiere tener una imagen comparativa que transmita el concepto de su marca a través de distintos elementos comunicativos. Por lo que inicialmente se desarrolló todos los componentes necesarios para que la empresa se posicione en el mercado, como lo son el diseño de logotipo, isotipo, packaging, papelería, entre otros. embargo, uno de los métodos de comunicación más efectivo para este proyecto es el desarrollo de una página web.

Esto se debe a que el público target, al que mi biomaterial se dirige, son los fabricantes de piezas de fibra de vidrio, mismos que afirman que al toparse con un nuevo material que les pueda ser útil en su trabajo, lo investigan en internet y leen de que trata a través de su web page. Por lo que se consideró conveniente transmitir los beneficios, cualidades y aplicaciones del biomaterial a través de su propia página web informativa.



*Figura 76* Mock up referencial de la versatilidad/responsividad de la página web en diferentes plataformas digitales. Para una mejor visualización de la web page completa, ingresar a este [link](#).



### 9.5.2 DESDE LA DISTRIBUIDORA

En este sector se conserva la misma audiencia a la que se dirige el biosustrato, pero se considera que la venta del producto se dará de forma indirecta, a través de sus distribuidores. Es importante destacar los fabricantes de piezas mantienen a sus proveedores de materiales por años. Esto se debe a que los distribuidores autorizados de fibra vítrea sintética están muy bien posicionados en el mercado como "Pintulac, una empresa dedicada a la comercialización y asesoría técnica de productos afines a la construcción, la industria y el hogar desde 1984" (PINTULAC, 2018). Según la información obtenida a en su visita, la empresa acostumbra a ofrecer solo los materiales que dispone, pero no dispone de material promocional extra de ningún producto específico. Por lo que, para este proyecto, se trabajó de forma estratégica, en los elementos comunicativos que se usarían para vender el producto tanto a los distribuidores como a sus clientes.

Se desarrolló un catálogo de ventas del material, donde se explica detalladamente temas primordiales del producto como: materiales, especificaciones, propiedades, cualidades, entre otros. Para esto se tomó de referencia catálogos que empresas muestran a sus distribuidores, y catálogos que muestran los proveedores a sus clientes, con el fin de incentivar su compra. En este catálogo se detallaron temas como, descripción, ficha técnica, propiedades y otros temas que puedan ser del interés del cliente, mismos que se pueden evidenciar a continuación.



Figura 77 Mock up referenciales de un extracto del catálogo de ventas. Para ver el catálogo completo ingresar a este [link](#)

### 9.5.3 DESDE LA EMPRESA DE TUNNING

En este sector hay que tomar en cuenta que a quién se dirige la comunicación estratégica, en este caso, va a diferir de los primeros sectores. Esto se debe a que ya es el productor quien ofrece este nuevo servicio a sus consumidores. En este punto el fabricante puede recurrir al uso del catálogo del material, que puede adquirirlo por un costo extra, o bien puede acudir al dialogo. El fabricante puede acudir al speech que viene dentro del empaque. Este discurso, tiene una extensión

corta y plantea información relevante para persuadir a su cliente sobre beneficios del uso de este nuevo material en su moto pieza.



*Figura 78* Imagen referencial del discurso persuasivo. Para una mejor visualización del contenido completo, ingresar a este [link](#), que redirige a la carpeta de archivos adjuntos

## 10 VALIDACIÓN

### 10.1 DESDE EL BIOMATERIAL

#### 10.1.1 REPLICA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Con el fin de poner a prueba el nuevo material se acudió a un experto trabajador de fibra de vidrio y se le proporciono todos los materiales y componentes necesarios para realizar una pieza desde cero con el biocompuesto y su sustrato de refuerzo. Inicialmente se le explico al usuario el proceso a seguir para desarrollar la pieza. Se detallaron pasos, proporciones, precauciones y aspectos a tomar en cuenta del material y su proceso. También se solicitó que explique en voz alta el procedimiento que seguía y las observaciones que se le venían a la mente mientras realizaba la

pieza. Esto con el fin de comprender desde su punto de vista los puntos débiles o fuertes del proceso o incluso si la complejidad del procedimiento era demasiado alta o si lo hacía abajo su propio entendimiento.

Es interesante ver como Osito estaba muy interesado en este nuevo material. Durante la explicación puso mucha atención al procedimiento y formulo varias preguntas sobre el material y su alcance, ya que quería saber si es que él podría empezar a incursionar con este nuevo material. Una vez terminada la explicación, Osito comenzó a trabajar. La primera observación que osito dio fue que la bioresina estaba demasiado liquida, por lo que esto ocasionaba que las primeras capas del biomaterial se vean repelidas por la capa de cera desmoldante previamente untada en el molde. Por lo que sugirió que en las primeras capas de material deberían ser un poco más espesas, ya que no solo evitaría repelerse al estar en contacto con la cera, sino que también ayudara a la pieza a tener un mejor y más fino acabado final.



*Figura 79* Validación del biomaterial con experto de fibra de vidrio, antes y después de alterar la composición de la primera capa de bioresina

Es por eso que durante el proceso se decidió alterar la proporción de la mezcla, ya que se aumentó una cucharadita más de fécula de maíz para espesar un poco más la mixtura. En seguida se notó la diferencia, la cera ya no repelía el material e incluso la nueva bioresina otorgo una capa más gruesa y consistente, lo cual evito el tedioso proceso de darle varias capas iniciales a la pieza, ya que con una sola fue más que suficiente. Por otro lado, una de las observaciones dadas por Osito fue que el biomat tiene dificultad en impregnarse a la bioresina. Esto se debe a que la cabuya es bastante rígida y no tiene tanta absorción a la humedad como la fibra de vidrio. Al no humectarse correctamente, este paso puede ser más tardado y tedioso que los demás. Se recomienda remojar en agua el mat antes de aplicarlo para que las fibras puedan ser más flexibles y puedan incorporarse más fácil a la mezcla.



*Figura 80* Osito, el experto, validando el biomaterial, tras replicar el proceso productivo de una motoparte con el biomaterial.

Sin embargo, a pesar de dichos inconvenientes Osito afirma que esta etapa fue bastante fácil ya que se parece mucho al proceso de la fibra de vidrio común. Se dejó secar la pieza por tres días antes de desmoldarse y ver sus acabados superficiales. Mismos acabados con los que Osito quedo bastante impresionando por la capacidad del material de replicar las superficies, aunque también recalco que existen pequeñas imperfecciones que deber ser corregidas finalmente. Pero a pesar de todo Osito quedo bastante satisfecho e impresionado con el resultado final obtenido.



*Figura 81* Osito, el experto, aplicando la primera y segunda capa de biomat, durante la validación del material.

Finalmente se mantuvo una charla con Osito en la que destaco que la preparación de la resina no es difícil más bien es bastante fácil. Tabeen le pareció bastante beneficioso el hecho de que la resina es completamente natural ya que no tiene

químicos dañinos que emitan vapores nocivos, por lo que esta resina es más saludable. Al mismo tiempo admiro que el biomat es más beneficioso que un mat sintético, puesto a que no es perjudicial ni para la piel ni para las vías respiratorias, con lo que se siente más seguro él y su familia al manipular el nuevo biomat.

Por otro lado, algunos de los Inconvenientes que presencié, fueron: el tiempo de secado y la dificultad de impregnar la fibra de cabuya a la pieza. Es importante que el mat pueda humectarse de forma óptima ya que este le permite ser más moldeable y ayuda a agilizar el proceso. Por otro lado, el secado de una pieza es elemental, sobre todo si son procesos a mayor escala donde el tiempo debe ser óptimo en este tipo de labores, tanto en su fabricación como en sus acabados.

En ambos casos, tanto en la fibra de vidrio como en el biomaterial, las piezas requieren de corrección de fallas con ayuda de masillas, lo que en este caso también puede ser un inconveniente ya que las masillas utilizadas para el biomaterial, al ser a base de agua, su tiempo de secado depende de la evaporación del agua, por lo que se demora un poco más que las resinas y masillas de reacción térmica. Por temas de material, Osito comentó que él acostumbra a trabajar con tiempos de secado bajo calor, por lo que debe esperar que sea un buen día para poder trabajar de forma eficiente bajo el sol.

Osito comenta que las resinas sintéticas funcionan mejor bajo calor, ya que fraguan más rápido e incluso la cera se derrite de mejor manera y se puede desmoldar la pieza rápido. También contó que en el frío las piezas de materiales sintéticos tienden a pegarse demasiado al molde, lo cual dificulta sacarlas y se debe acudir a quebrarlo para extraer la pieza. Cosa que no pasa con el biomaterial. Con este material, se puede trabajar en cualquier clima, por lo que no necesita retrasar la

producción por el clima. Con tal de que la pieza no este expuesta a sol directo a altas temperaturas. El biomaterial, a pesar de tener un tiempo de secado más prolongado, puede ser trabajado cualquier día y sin presentar dificultad de desmoldar.

Finalmente, Osito recalca que no existe alguna dificultad extra al trabajo de fibra de vidrio. Cuenta que es igual el trabajar y manipular la fibra de cabuya que la fibra de vidrio. Osito cuenta aliviado que ambos materiales tienen Igual tiempo de fabricación, puesto que es el mismo principio, aunque el nuevo material al ser más grueso requiere menos capas que el material original lo que es lo beneficioso y menos tardado. Por lo que asegura que este material es una buena alternativa para la industria de autopartes. Aconseja experimentar un poco más con materiales y acabados, pero dentro de lo que cabe es una excelente solución a los problemas que presenta la fibra de vidrio sintética.

### **10.1.2 VALOR Y DESEMPEÑO DE LA BIOPIEZA**

En esta etapa, la validación está relacionada con pruebas físicas para entender si el resultado final cumple con expectativas de resistencia de material. Para esto se realizaron distintas fichas técnicas comparativas que determinen las diferencias y semejanzas del nuevo material con el material. Cabe aclarar que los valores escogido para el desarrollo de las fichas técnicas, deberían ser obtenidos mediante pruebas de laboratorio con las herramientas e insumos apropiados para este tipo de pruebas. Sin embargo, por la situación mundial que se está atravesando, se debió ser más recursivos y hacer las pruebas de forma casera. Es por eso que las tablas se manejaron con valores reales e intuitivos. Los valores reales, son aquellos que se lograron cuantificar mediante fórmulas o con ayuda de ciertas herramientas,



y los valores intuitivos son aquellos que se midieron cualitativamente tras observar la reacción del material al someterse a una prueba física, que, por distintos factores, no se pudo medir numéricamente.

Es por eso que, para tener una aproximación más exacta de los resultados de dichas pruebas de valor y desempeño, se realizaron 10 probetas de cada material. Todas con las mismas características y dimensiones, con el fin de tener los resultados más próximos a la realidad. En este caso, cada probeta tenía 5 cm de ancho, 10 cm de largo y 4 capas de refuerzo de fibras. hubo algunas probetas que variaban un poco en dimensiones, pero, esto no afectó mucho en la estandarización de resultados al tener las mismas características dimensionales iniciales. Al mismo tiempo, cabe aclarar que, para las pruebas, ambos tipos de probetas se realizaron en su estado más puro, esto quiere decir que los ensayos se realizaron en las piezas sin tener un acabado o tratamiento extra, esto con el fin de no alterar los resultados de las pruebas del material, al verse influidos por distintos agentes.

A continuación, se detalla el registro de las distintas pruebas comparativas que se realizaron a ambos materiales, mismas que sirvieron para llenar las fichas técnicas, que se encuentran más adelante:

### **Prueba 1: Ligereza**

Cuando se habla de ligereza, se hace alusión a la cualidad de pesar poco. En este caso se pesaron ambas probetas y se comparó sus pesos. Fue interesante ver como a pesar de tener casi las mismas dimensiones, la probeta del biomaterial pesa casi el 42% menos de la probeta de poliéster. Es por eso que se puede

determinar que una pieza del nuevo biomaterial es mucho más ligera que una pieza del material original.

$$R_1 = 31g$$

$$R_2 = 18g$$



*Figura 82* Evidencia fotográfica de la prueba de Ligereza

Nota: Las dimensiones de las piezas varían un poco.  $D_1 = 10 \times 4.8$  cm y  $D_2 = 9.5 \times 4.4$  cm

### **Prueba 2:** Uniformidad de peso

La uniformidad de peso permite calcular como el gramaje del material se distribuye, homogéneamente, a lo largo de su superficie. Para esto se dividió el peso de las probetas para su área superficial, con el fin de comprender cuantos gramos del material, existen por cada  $cm^2$ . En este caso, se pudo demostrar, nuevamente, como el material original tiene mayor peso. Esta fórmula permite tener una aproximación de cuanto puede llegar a pesar una pieza según su dimensión, tomando en cuenta las características principales de la pieza.

$$R_1 = 0.65 \text{ g/cm}^2$$

$$R_2 = 0.43 \text{ g/cm}^2$$



Figura 83 Herramientas utilizadas para medir la uniformidad de peso

Nota: Las dimensiones de las piezas varían un poco.  $D_1 = 10 \times 4.8 \text{ cm}$  y  $D_2 = 9.5 \times 4.4 \text{ cm}$

### Prueba 3: Densidad

La densidad busca representar la cantidad de masa existente dentro del volumen de un objeto sólido. Para calcular la densidad de un material se debe dividir el peso para la multiplicación del largo, ancho y altura del objeto, es decir su volumen. A pesar de que el grosor de la segunda pieza es mucho mayor a la primera, se calculó

que, la probeta del primer material sigue siendo más denso que la probeta del biomaterial.

$$R_1 = 1.61 \text{ g/cm}^3$$

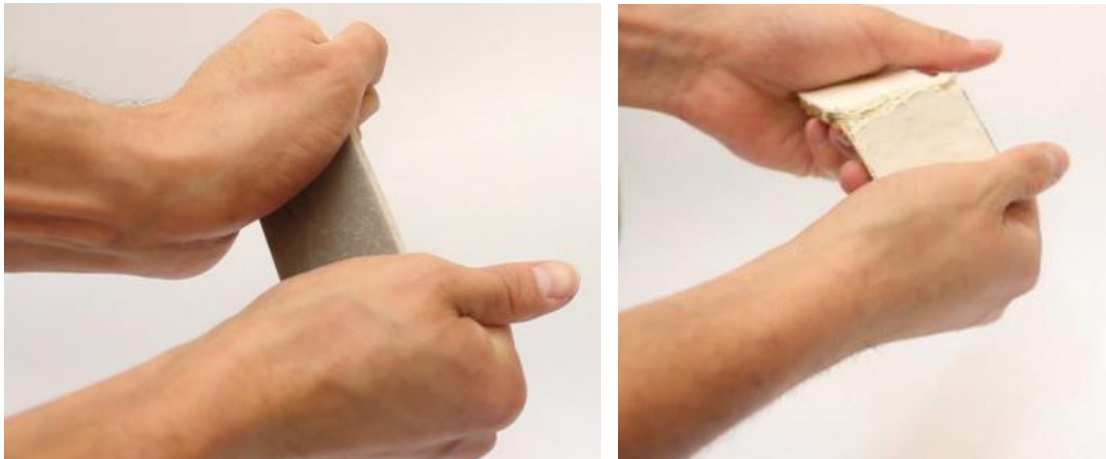
$$R_2 = 0.72 \text{ g/cm}^3$$

Nota: Las dimensiones de las piezas varían un poco.  $D_1 = 10 \times 4.8 \times 0.4 \text{ cm}$  y  $D_2 = 9.5 \times 4.4 \times 0.6 \text{ cm}$

#### **Prueba 4: Rigidez**

La rigidez, por definición es la “capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores que actúan sobre su superficie” (Definiciones de Oxford Languages, s.f). Comúnmente, cuando se mide la rigidez en un laboratorio, se usa el módulo de Young, para determinar un coeficiente de rigidez en GPa. Pero como en este caso se realizaron pruebas artesanales, este valor fue medido por un valor intuitivo. Para esto se tomaron ambas piezas y se les aplicaron fuerzas de tracción y doblado, manualmente, con el objetivo de ver si existe deformación alguna.

La pieza que demostró ser más rígida fue la de poliéster, ya que, a pesar de las fuerzas aplicadas, esta no se rompió, a diferencia de la segunda pieza, que también mantuvo su rigidez hasta cierto punto. La pieza del biomaterial se quebró en dos, tras manipularla fuertemente por un tiempo determinado. Esto quiere decir que el biocompuesto puede ser bastante rígido, pero no tanto como el poliéster reforzado.



*Figura 84 Evidencia fotográfica de la prueba de Rigidez*

### **Prueba 5: Resistencia a cargas**

Para calcular el coeficiente de resistencia del material a cargas se debe dividir el peso aplicado para el área superficial del objeto. En este caso se suspendieron a las piezas sobre bloques de madera y se aplicaron 5.4 kg sobre ellas. Ambas resistieron exitosamente al peso proporcionado, pero, desde el lado matemático la primera pieza puede resistir más a la carga, no solo por tener una extensión superficial mayor sino porque también su rigidez ayudo a evitar cualquier tipo de deformación.





*Figura 85* Evidencia fotográfica de la prueba de Resistencia a la carga

### **Prueba 6:** Resistencia a la flexión

Para comprobar la resistencia a la flexión se aprovecharon los resultados de la prueba anterior. Durante la aplicación de cargas el primer material, se pandeo un poco, pero regreso a su estado normal al retirar las cargas de encima de él. Pero el segundo material, se flexiono mucho más que la pieza de poliéster, e incluso esta no retomo su forma inicial. Lo que demostró que el segundo material tiene resistencia a la flexión media y el primer material tiene una mayor resistencia este factor. Por otro lado, se demostró también que el poliéster es elástico y el biocompuesto es plástico.



*Figura 86* Evidencia fotográfica de la prueba de Resistencia a la flexión

### Prueba 7: Resistencia al impacto

Para probar la resistencia al impacto de las piezas de forma casera, se suspendió a ambas piezas entre dos bloques y se les dio un golpe seco en su centro. El objetivo de este experimento es ver cuánto pueden resistir las piezas al golpearlas con diferentes magnitudes. Se realizaron tres pruebas de impacto por probeta. Con un martillo se impactó las piezas en su centro. En cada prueba e iba aumentando la fuerza con la que se golpearon las probetas.

La primera pieza resistió los tres golpes, esta no se rompió ni se trizo, pero si se despostillo y adquirió pequeñas abolladuras en la superficie impactada. Po otro lado, el biocompuesto no resistió los tres golpes. El primer impacto no afecto en nada su superficie, el segundo impacto deformato la pieza pandeándola un poco y el tercer, y más fuerte golpe, rompió la pieza. Esto demuestra que el poliéster reforzado con fibra de vidrio es mayormente resistente al impacto, pero el biocompuesto también es resistente dependiendo de la cantidad y fuerza con la que recibe el impacto.





*Figura 87* Evidencia fotográfica de la prueba de Resistencia al impacto

### **Prueba 8:** Conductividad térmica

Para intentar medir si los materiales eran capaces de conducir cambios de temperatura, se sometió a ambas probetas a una prueba de temperatura. Se hirvió un poco de agua y se esperó hasta que esta haga ebullición. Posteriormente con se colocaron las piezas sobre el vapor del agua por un tiempo determinado y se palpo los materiales con el fin de comprender cuál de los dos materiales no transfirió el calor de un lado de la pieza a la otra. Resulto que el poliéster condujo más el calor que el biocompuesto. Ambos incrementaron su temperatura, pero entre un material y el otro, El biocompuesto se mantuvo más estable. Por lo que se puede asumir que el poliéster puede servir como un material conductor, mientras que el biocompuesto puede servir como aislante térmico.

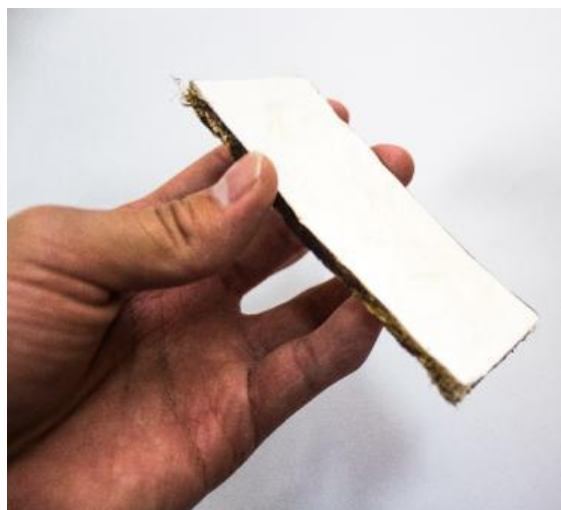
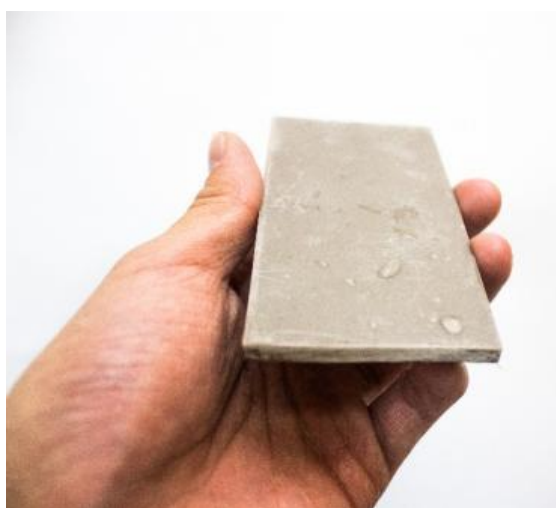




*Figura 88 Evidencia fotográfica de la prueba de Conductividad térmica*

### **Prueba 9: Impermeabilidad**

Para esta prueba se vertió agua sobre ambas probetas, con el fin de ver cómo se comporta el material a tener un chorro continuo de agua en contacto con ellos. En el primer caso, el material repelió 100% el agua, mientras que, en el otro material, aunque en una cantidad mínima, si absorbió el agua.

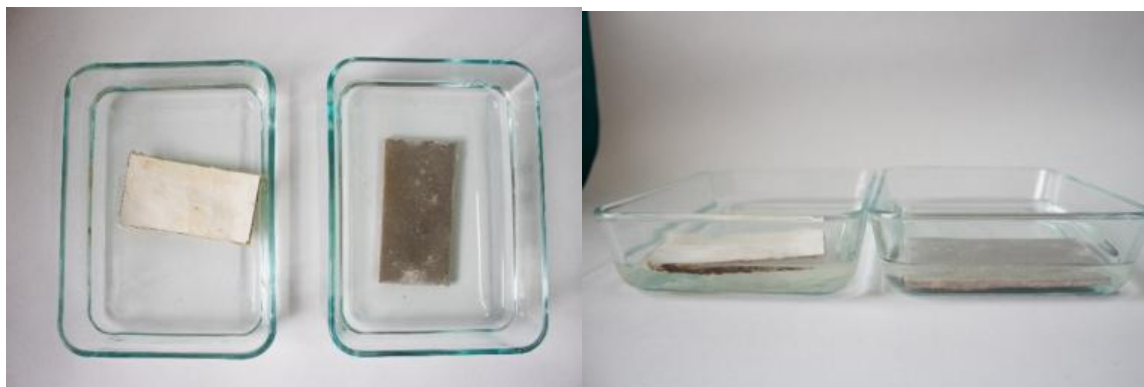




*Figura 89 Evidencia fotográfica de la prueba de Impermeabilidad*

### **Prueba 10: Absorción de Agua**

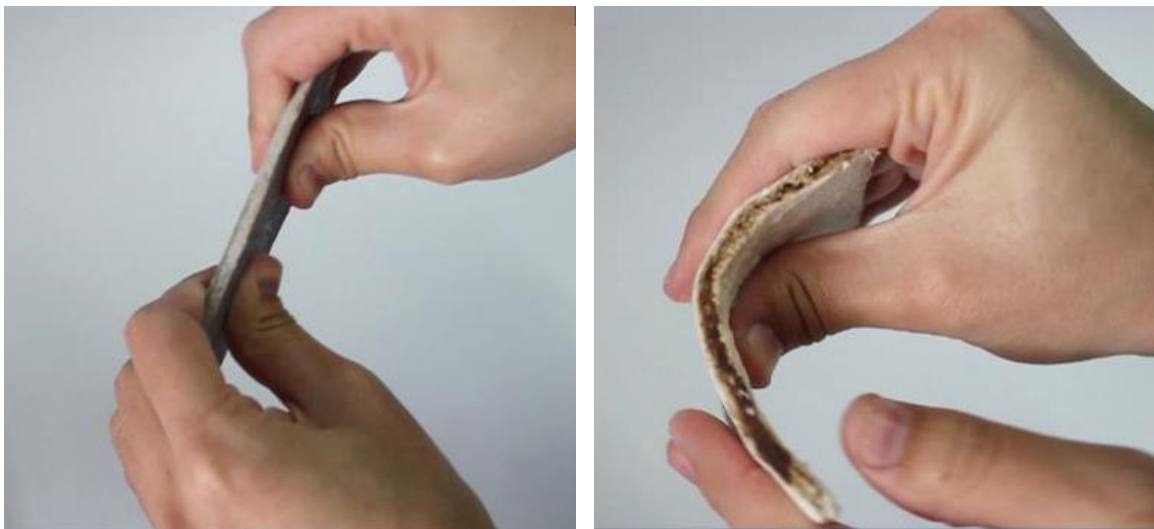
Para calcular si existe un porcentaje de absorción de agua por parte de los materiales, se sumergieron ambas probetas en dos contenedores exactamente iguales, con 250 ml de agua en cada uno. Se dejó las piezas reposando en el agua por 60 minutos para finalmente removerlas cuidadosamente del contenedor, sin escurrirlas. Finalmente Se midió la cantidad de agua que quedó en los contenedores, para calcular el porcentaje de absorción de agua de cada material. El poliéster no absorbió nada de líquido mientras que el biocompuesto alcanzó a absorber 2 % del agua, durante el periodo de tiempo que estuvo remojándose. Es importante destacar que mientras se sumergió la primera pieza, esta se unió completamente, y el biocompuesto se mantuvo flotando durante todo el proceso de prueba. Este nuevo resultado le otorga, al segundo material, una cualidad de flotar.



*Figura 90* Evidencia fotográfica de la prueba de Absorción de agua

**Prueba 11: Resistencia al agua**

Para probar la resistencia de las piezas al agua, se aprovechó los resultados de la experimentación anterior. Tras haber sido sometidas por una hora continua al agua, las piezas fueron manipuladas para ver su estructura sufría algún cambio. La primera pieza no se vio afectada en o más mínimo. Sin embargo, la segunda pieza perdió rigidez e incluso su flexibilidad aumento. Por ende, es correcto afirmar que la pieza de poliéster tiene una resistencia al agua mucho más alta que la que tiene el biocompuesto. Es importante recalcar que una vez que la segunda pieza se dejó secar con la nueva forma, esta se mantuvo así, y recupero su rigidez inicial, pero perdió su acabado superficial liso. Esto significa que el segundo material tiene cualidades moldeables.



*Figura 91* Evidencia fotográfica de la prueba de Resistencia al agua

**Prueba 12: Resistencia a Rayos UV**

Para esta prueba se sometió a ambas piezas a luz solar directa por 7 días. Ninguno de los materiales sufrió cambios en prestaciones estructurales, ni en propiedades mecánicas, pero hay que recalcar, que la segunda pieza si sufrió cambios físicos, aunque sea mínimos, ya que este cambio de tonalidad, al volveré un poco más opaca. Por ende, se puede afirmar que ambos materiales tienen resistencia a la luz solar, a nivel estructural, pero a nivel estético una no mantiene sus ismos acabados.



*Figura 92 Evidencia fotografica resitencia rayos UV*

**Prueba 13: Resistencia al fuego**

En este caso, para demostrar cómo reaccionan los materiales a estar en contacto con el fuego, se colocó a ambas probetas sobre la llama de una vela. Existen

diferentes niveles de resistencia al fuego. Un material puede ser: Inflamable, combustible, carburante, ininflamable, ignifugo, etc. El poliéster manifestó ser inflamable, aunque este en la categoría FR (fire retardant), pero el biocompuesto demostró tener cualidades ignifugas, que al estar en contacto con el fuego este rechazo la combustión y protegió el material contra el fuego, al auto apagarse. Es apropiado declarar que ambos materiales fueron consumidos por la llama, sin embargo, el biocompuesto sufrió menos daño y demostró ser más seguro, al no esparcir su llama.



*Figura 93* Evidencia fotográfica de la prueba de resistencia al fuego

## Prueba 14: Toxicidad

Para calcular los niveles de toxicidad de cada material se recurrió a la herramienta MaterialWise. Este software te permite conocer la concentración de toxicidad de un material, al agregar todos sus componentes en una base de datos. Según el Numero Cas de cada componente, MaterialWise puede hacer un análisis de tallado de ellos y colocarlos en un rango desde No riesgosos, hasta Altamente peligrosos, según corresponda. En este caso se realizó el análisis de ambos materiales y se determinó que el poliéster y todos los materiales y componentes que requiere su fabricación son altamente peligrosos, mientras que los componentes del biocompuesto no representan ningún tipo de riesgo, ni para el ambiente, ni para la salud.

Se concluyó el a diferencia de biocompuesto, el poliéster representa consecuencias toxicológicas muy graves, que no solo se presentan durante su producción, sino que también perjudican a todos a su alrededor al ser manipulados. A continuación, se evidencian las tablas de toxicidad de ambos materiales. Estas tablas están reducidas para dar un resultado más visual, pero si es que se gusta ver a detalle el peligro que representa cada componente se puede acceder al link que se proporciona previamente para conocer más sobre su toxicidad, al desplegar las flechas de sus componentes.

Tabla 33 Toxicidad del Poliéster reforzado con fibra de vidrio. Para más detalles de los materiales ingresar a este [link](#).

CAS-RN	CHEMICAL NAME	RESULTS
> 94-36-0	Benzoyl peroxide	Restricted, Known Hazards
> 136-52-7	Cobalt bis(2-ethylhexanoate)	Restricted, Known Hazards
2408030-34-0	Epoxy-polyester melamine resin	Not Restricted, No Known Hazards
> 65997-17-3	Fiberglass	Restricted, Known Hazards
> 100-42-5	Styrene	Restricted, Known Hazards
> 14807-96-6	Talc	Known Hazards
8012-89-3	Wax, white	Not Restricted, No Known Hazards

Tabla 34 Tabla de toxicidad del Biocompuesto. Para más detalles de los materiales ingresar a este [link](#).

CAS-RN	CHEMICAL NAME	RESULTS
9000-70-8	Gelatin	Not Restricted, No Known Hazards
26499-65-0	PLASTER OF PARIS	Not Restricted, No Known Hazards
9005-25-8	Starch	Not Restricted, No Known Hazards
7732-18-5	Water	Not Restricted, No Known Hazards
8012-89-3	Wax, white	Not Restricted, No Known Hazards



### Prueba 15: Disposición final

Es bien sabido que el poliéster reforzado con fibra de vidrio es un material que no se biodegrada, no se recicla ni se utiliza, por lo que permanece por años en rellenos sanitarios o vertederos industriales, es por eso que este material no fue testeado en esta fase. Por otro lado, el biocompuesto fue testeado de tres formas diferentes para medir su disposición final. Primeramente, para ver si el material se puede biodegradar o compostar solo, sin necesidad de influir en su proceso, se lo enterró la pieza de forma intacta en la intemperie, en un área llena de nutrientes, hongos, bacterias e insectos que aporten a su degradación biológica.

Al mismo tiempo, se repitió el primer proceso, pero esta vez se agregó agua hirviendo al material en la tierra, con el objetivo de ver si esto influye en algo en la descomposición del material o no.



*Figura 94* Evidencia fotográfica de las primeras prueba de disposición final

Por otro lado, se experimentó con métodos que ayuden a descomponer y compostar el material de forma más fácil. Para esto metió al material en agua

hirviendo. Se mantuvo los dos segmentos de la probeta en agua en estado de ebullición por 10 minutos y luego se los dejó reposar, en la misma agua hirviendo por 20 minutos más. Fue interesante ver como la bioresina se descompuso de forma eficaz. Incluso al lavar uno de los segmentos con agua fría, la bioresina se desprendió completamente de las fibras. Esto quiere decir que si se trata de forma correcta al material se puede recuperar su materia prima, es decir las fibras de cabuya.



*Figura 95* Evidencia fotográfica de la segunda y tercera prueba de disposición final

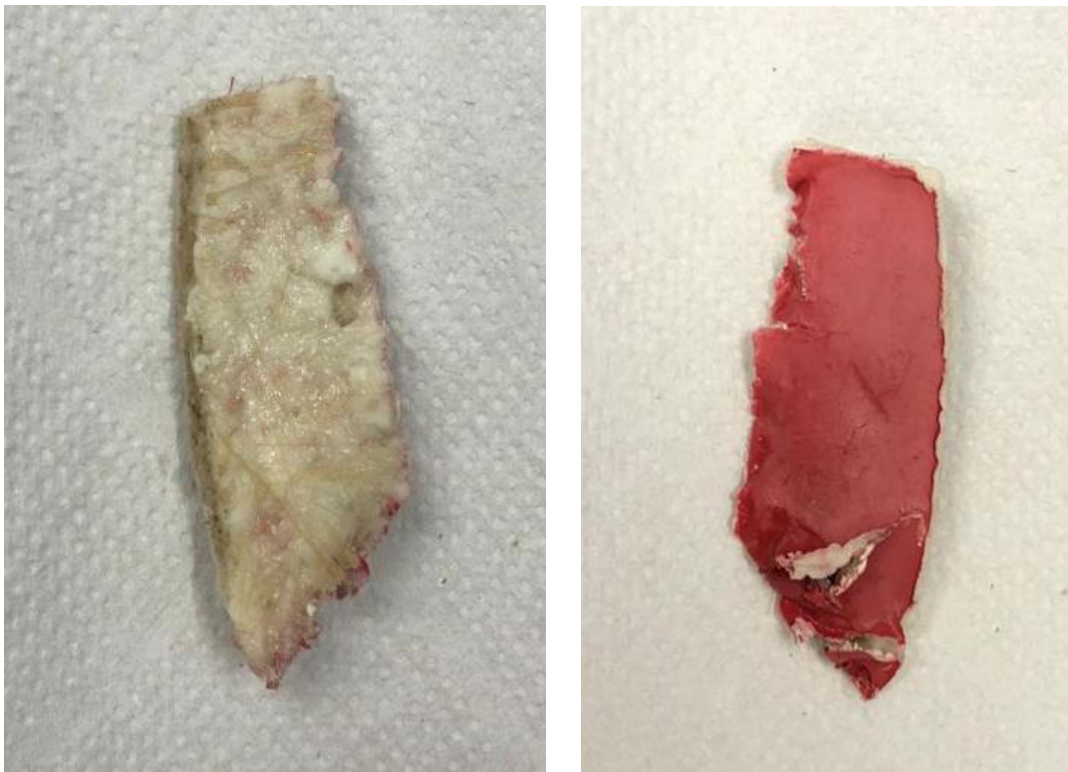
Una vez recuperada la materia prima en su estado puro, y que la resina de la otra pieza se ha debilitado, se enterró a ambos segmentos de la probeta cerca del mismo lugar del primer experimento. Con el objetivo de medir si al haber influido en el proceso de descomposición, estos segmentos degradarían más rápido en la tierra que las dos primeras pruebas. Es interesante saber que de hecho el material puede recuperarse para ya que esto significa una alta capacidad de poder reutilizarlo.



*Figura 96* Evidencia fotográfica de plantar disposición final prueba 2

Si la disposición final del material tratado se reduce simplemente a las fibras, esto sería una buena señal para su fin de ciclo de vida. Tomando en cuenta que las fibras vegetales tardan de 4 a 6 semanas en descomponerse en la tierra, se puede denominar al material tratado como compostable. Sin embargo, habrá que controlar las demás pruebas de disposición final, a lo largo del tiempo, para confirmar si de hecho este material, independientemente que se haya tratado o no, puede catalogarse como compostable (degradarse en menos de 12 semanas) o biodegradable (degradarse en más de 12 semanas) y finalmente determinar el nivel de degradación material sin haber influido en su proceso de descomposición.

Por otro lado, en vista que la ultima prueba de compostaje fue un éxito, se opto por aplicarla tambien un segmento de material que cuente con acabados en pintura. Se siguio exactamnete el mismo procedimiento del testeo anterior y se analizaron los resultados obtenidos. En este caso la capa superior, es decir la cara con pintura, se mantuvo intacta por mayor tiempo, pero se debe recalcar que depues de manipularla un poco mas, desprend facilmene de la pieza.



*Figura 97* Evidencia fotografica prueba disposicion final pieza con acabado primera parte

Al lavarla con agua fria, la capa de acabado se separo completamente, dejano solo las fibras y la bioresina. Mismas que al ser lavadas se pudieron recuperar por completo como en el primer testeo. Estos resultado ayudaron a concluir que a pesar de que el material tenga algun tratamiento de acabados extra, este no afecta del

todo en la disposición final y en la recuperación del material, siempre y cuando el material sea sometido a este proceso.



*Figura 98 Evidencia fotográfica prueba disposición final pieza con acabado segunda parte*

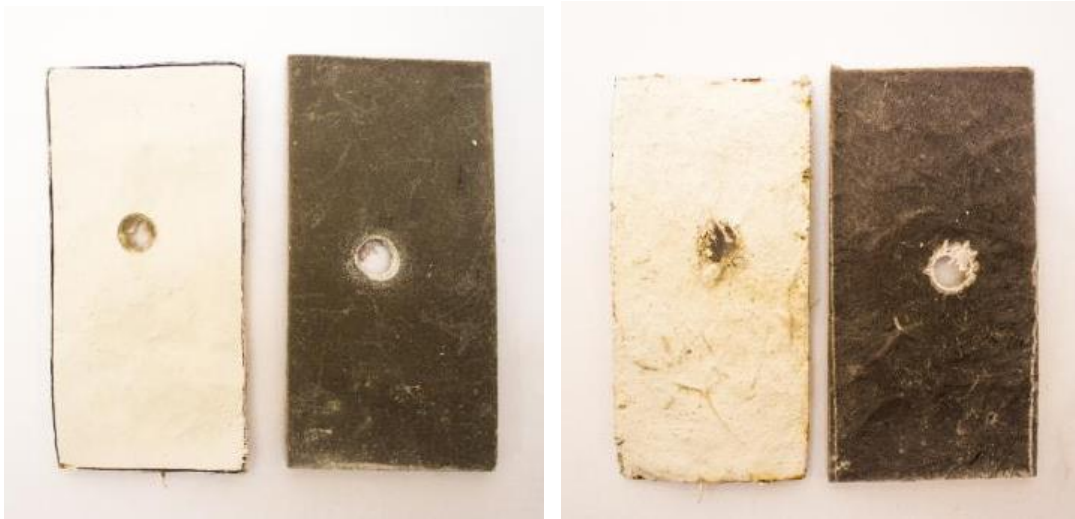
#### **Prueba 16:** Capacidad de ensamble

Como se demostró en el montaje de prototipo, la pieza del biomaterial tiene una alta capacidad de ensamble, ya que se pudo perforar fácilmente y los remaches se acoplaron muy bien a la pieza. Sin embargo, también se realizó una prueba de taladrado para verificar cual es el material as difícil de perforar para alterar su estructura y nivel de ensamble. Para esto se suspendieron ambas probetas y se perforo en su centro. Hay que admitir que ambas probetas mostraron resistencia a esta alteración. Pero el biomaterial acepto se perforo en menor tiempo que la probeta de poliéster.



*Figura 99* Evidencia fotográfica de la prueba de capacidad de ensamble

Ambas piezas son altamente capaces de adaptarse a cualquier alteración y tipo de ensamble. Sin embargo, ser perforadas, las dos piezas, demostraron un despostillado en aquella área. En ambos casos se logró corregir estas imperfecciones, tras lijarlas, pero ambas piezas demostraron precisión al momento de perforar. Es muy importante destacar que, al desbastar el material, las probetas desprendieron partículas del mismo. En el caso del poliéster, se desprendieron partículas de fibra de vidrio que se impregnaron en la piel y produjeron picazón a todos aquellos que estuvieron contacto con este material. En el caso de la biopieza, esto no ocurrió lo que aparte nos permite concluir que de hecho el segundo material es mucho más saludable y menos perjudicial.



*Figura 100* Resultado final Evidencia fotográfica de la prueba de capacidad de ensamble

### **Prueba 17:** Resistencia a la fatiga

Esa última prueba se demostró, del mismo modo, con el montaje de la pieza del biomaterial en la moto. Al estar la moto pieza montada en la motocicleta por una semana, esta demostró que tiene alta resistencia a la fatiga al igual que una moto pare de poliéster reforzada con fibra de vidrio. Sin embargo, hay que admitir que la pieza si se vio afectada estéticamente al tener daños en la pintura, más no en su estructura. Por lo que se puede afirmar que ambos materiales pasaron la prueba, pero el biocompuesto muestra un nivel de debilidad leve al no poder mantener los mismos acabados estéticos de una moto pieza de poliéster, al someterse a las mismas condiciones.

La evidencia audiovisual de las pruebas de valor y desempeño se encuentran en este [link](#)

Fichas técnicas recopilatorias de los resultados de las pruebas del valor y desempeño de ambos materiales.

Tabla 35 Ficha técnica poliéster reforzado con fibra de vidrio

Ficha Técnica del poliéster reforzado con fibra de vidrio							
Propiedad	Unidad	Valor	Propiedad	Unidad	Valor		
Uniformidad de peso	g/cm <sup>2</sup>	VR	0.65	Absorción de Agua	%	VR	0
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	VR	1.61	Resistencia al agua	-	VI	100%
Ligereza	g	VR	31	Resistencia a Rayos UV	-	VI	100%
Rigidez	GPa	VI	100%	Resistencia al fuego	-	VI	50% Combustible (FR)
Resistencia a cargas	g/cm <sup>2</sup>	VI	100%	Toxicidad	-	VI	100% Altamente Peligroso
Resistencia a cargas		VR	112.5	Disposición final	-	VI	0% No Biodegradable
Resistencia al impacto	GPa	VI	100%	Capacidad de ensamble	-	VI	100%
Resistencia a la flexión	g/cm <sup>2</sup>	VI	75%	Resistencia a la fatiga	-	VI	100%
Conductividad térmica	W/m·K	VI	50%				
Impermeabilidad	-	VI	100%				

Tabla 36 Ficha técnica biocompuesto reforzado con fibra de cabuya

Ficha Técnica del biocompuesto reforzado con cabuya							
Propiedad	Unidad	Valor	Propiedad	Unidad	Valor		
Uniformidad de peso	g/cm <sup>2</sup>	VR	0.43	Absorción de Agua	%	VR	2
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	VR	0.72	Resistencia al agua	-	VI	50%
Ligereza	g	VR	18	Resistencia a Rayos UV	-	VI	75%
Rigidez	GPa	VI	75%	Resistencia al fuego	-	VI	100% Ignífugo
Resistencia a cargas	g/cm <sup>2</sup>	VI	75%	Toxicidad	-	VI	0% No Tóxico
Resistencia a cargas		VR	129.19	Disposición final	-	VI	75% Compostable
Resistencia al impacto	GPa	VI	75%	Capacidad de ensamble	-	VI	75%
Resistencia a la flexión	g/cm <sup>2</sup>	VI	50%	Resistencia a la fatiga	-	VI	50%
Conductividad térmica	W/m·K	VI	75%				
Impermeabilidad	-	VI	75%				



## 10.2 DESDE EL PROYECTO DE INCLUSIÓN

### 10.2.1 PRETOTIPACIÓN DEL PROYECTO

Para que este proyecto esté más completo, hay que integrarle estrategias de penetración en el mercado. Esto quiere decir que para tener una idea aproximada del éxito que tendrá el producto. Se puede iniciar con un sondeo de mercado ligero para determinar una posible proyección de aceptación del producto, pero para hacer más dinámica esta etapa se optó por usar un método más innovador. Para esto se, someterá al material a un modelo de pretotipación. Pretotipar es testear la apelación inicial y uso real de un potencial nuevo producto, simulando su experiencia central con la menor inversión posible de tiempo y dinero. Hacer un prototipo es “un paso crucial en el proceso de desarrollo de un nuevo e innovador producto” (Sevoia, 2011), sobre todo porque ayuda a comprender a los fabricantes si su producto es el producto adecuado para satisfacer las necesidades del mercado, incluso mucho antes de invertir tiempo y dinero valiosos en desarrollar algo que puede o no ser exitoso.

Pretotipar sirve principalmente para probar una reacción real de los usuarios hacia el producto. Medir el interés del público con respecto a un producto es elemental. Al determinar el nivel de interacción de dicho producto, mucho antes de producirlo, se puede recopilar valiosos datos de mercado, basados en el uso real en vez de en simples opiniones sobre el mismo. En este caso se busca conocer que tan interesado está mi mercado en utilizar una alternativa eco amigable al poliéster reforzado con fibra de vidrio y cuánto estarían dispuestos a pagar por este material, considerando que es más sostenible.

Para medir una primera aceptación del público, se decidió utilizar los métodos establecidos en el libro *Pretotype it* de Alberto Sevoia. En este libro se explica detalladamente ciertos términos y métodos de pretotipación que te permitirán asegurarte si estas construyendo el producto correcto. Por el tipo de producto que se va a ofrecer y debido a la situación actual, se optó por utilizar el método *Fake door*. Esta técnica de pretotipación te permite crear una falsa “entrada” para un producto que aún no existe en el mercado, con el fin de medir su nivel de interés y proporcionar las características principales del producto final previsto al público objetivo. Pero como se mencionó previamente, por temas ajenos al proyecto, se limitará un poco su alcance (y escala), simplemente para contemplar un pequeño subconjunto del mercado objetivo final.

Como se mencionó previamente, los pretotipos de puerta falsa son útiles para determinar el nivel de interés. Este interés se puede medir desde plataformas online que ayuden a determinar el nivel de aceptación del producto. En Internet, una puerta falsa se puede implementar como un enlace, un botón en una página web, o un anuncio web que promocioe el producto. No es necesario que el producto ya exista en el mercado, puesto que solo se necesita pretender que tienes el producto para promocionarlo y ver quien se interesa por él. De este modo no solo determina los potenciales compradores, sino que también puede ayudar a simplificar y acelerar el marketing y testeo del producto cuando verdaderamente sea lanzado al mercado.

La única forma de saber si el producto es el correcto para el mercado, primero se debe testearlo. Para esto se realizaron distintas métricas que permitan conocer el nivel de interés desde un análisis de los datos reales obtenidos desde la técnica de *Fake door*. Para este proyecto, primero se calculó un nivel inicial de interés (ILI por sus iniciales en inglés). La métrica ILI es una relación simple:  $ILI =$

$\frac{\text{Número de acciones tomadas}}{\text{Número de oportunidades de acción ofrecida}}$ , donde el *número de oportunidades de acción ofrecidas* representa la cantidad de personas a las que se les ha ofrecido la oportunidad de tomar medidas positivas asociadas con el prototipo, y el *número de acciones tomadas* representa la cantidad de personas que si aprovecharon dicha oportunidad. Esta fórmula permite calcular el porcentaje inicial de personas interesadas en el producto.

Se sabe muy bien que hay bastantes personas a las que le interesan las piezas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio, y que también existe una gran cantidad de personas interesadas en los biomateriales. ¿Pero cuantas personas que realizan piezas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, hay que les interese remplazar dicho material por uno más eco amigable? Para determinar dicha incógnita, ingrese en dos grupos de Facebook. El uno llamado Figuras de resina poliéster, moldes y fibra de vidrio, donde gente intercambiaba técnicas, y experiencias sobre el trabajo de este material, y el otro llamado Biomaterials Research, donde expertos y amateurs comparten información relevante sobre el tema. Esto con el fin de determinar información valiosa y ciertos valores comparativos acerca del nivel inicial de interés del proyecto.

En el primer grupo se publicó lo siguiente:

*Hola a compañeros, ¿No están cansados de lo incomodo que puede llegar a ser trabajar con la fibra de vidrio sintética? Les cuento que estoy desarrollado un nuevo material ecológico y más saludable que podría sustituir al poliéster reforzado con fibra de vidrio. Este nuevo material es 0 contaminante y 0 nocivo para la salud. Si esto te suena interesante dale click a este enlace <https://kmiborja1.wixsite.com/biomat> y conoce un poco más del material y lo que puedes hacer con él.*

Afortunadamente el administrador puede ver cuántas personas leyeron la publicación y gracias a las reacciones en dicho post, se puede determinar cuántos se interesaron en este nuevo material. Este primer acercamiento tuvo un público general de 371 personas, pero solo 11 estuvieron interesados realmente en el proyecto. Esto significa que según la métrica ILI, el proyecto desde estos consumidores, tiene un interés de 0.03%. Lo cual, es bastante más bajo de lo que se esperaba.

Po otro lado, en el segundo grupo se publicó esto:

*Hola compañeros les cuento que estoy desarrollando un material biocompuesto reforzado con fibras de cabuya que funcione como sustituto al poliéster reforzado con fibra de vidrio. Este material está compuesto con grenetina, fécula y yeso y tiene una amplia variedad de propiedades y aplicaciones. Si esto te suena interesante dale click a este enlace <https://kmiborja1.wixsite.com/biomatenglish> y conoce un poco más del material y lo que puedes hacer con él.*

En este caso, se llegó a 146 personas y solo reaccionaron 3 personas. Lo cual representa un 0.02% de interés total del proyecto. Esto significa que el segundo grupo no esta tan interesado como el primero. Claramente el target elegido previamente demostró tener mayor interés en el sustituto de un material que el grupo que se maneja mayormente con biomateriales. Aun en ambos casos, cabe recalcar que el porcentaje de interes es mínimo, por lo que se puede afirmar con este primer acercamiento que el material no asegura tener una acogida muy exitosa al inicio.

El éxito de este proyecto depende mayormente de compras fieles y repetitivas, visitas de regreso o uso continuo por el mismo grupo de personas que inicialmente estaban interesados en él. Ya que hay que tomar en cuenta que el funcionamiento del negocio requiere la compra inicial de algunos equipos costosos o pagar algunos costos recurrentes significativos. Para este tipo de casos se requiere medir el de compromiso y lealtad de los usuarios interesados con el producto. A diferencia del ILI, el nivel de interés continuo (OLI) está mejor representado por un gráfico basado en el nivel de interés del usuario en una fecha particular. Esta métrica ayuda a medir la consistencia en el interés de los usuarios, es decir, si vuelven a consumir el producto o no. Si ninguno de ellos regresa por más, esto sería un negocio de corta duración.

Pero, como en este caso no se pudo medir si el usuario quedó satisfecho con el producto y vuelve por más, ya que el producto aún no existe en el mercado, se medirá nuevamente su nivel de interés a través de una segunda fórmula ILI2.

Gracias al link publicado en el post de Facebook, se pudo determinar realmente cuántos interesados hubo por el biomaterial, por el número de ingresos registrados en la página web de biomat, durante el periodo determinado. Pero para medir sus interacciones, al final de la página web, había un pequeño formulario con simples preguntas, que el usuario interesado debía llenar con sus datos y un comentario sobre el material. El segundo índice ILI, da el porcentaje de personas que, después de hacer clic en el link del anuncio de Facebook, están lo suficientemente interesadas en el material como para dejar una retroalimentación. En este caso la

formula seria  $ILI2 = \frac{\text{Número de formularios llenados}}{\text{Número de visitas a la landing page}}$ .



*Figura 101* Mock Up página web usada para la fase de pretotipación.

Tomando en cuenta de que el número de formularios llenados en el primer grupo fueron de 11 y el número de visitas de la página web fue de 33. El segundo nivel de interés se ve reflejado en un valor de 0.37%. A pesar de que este valor es mayor que resultado obtenido del primer nivel de interés, este sigue siendo bastante bajo. Por otro lado, en el segundo grupo se contempló una cantidad de formularios llenados de 3 y el número de personas que ingresaron a la landing page fue de 7, dando como resultado un porcentaje de interés de 0.43%.

Si bien es cierto, este valor es mucho mayor al porcentaje de interés del primer grupo, sin embargo, se puede evidenciar claramente que aún hay más usuarios del grupo de resinas, interesados en el biocompuesto, que las personas del grupo de biomateriales.

Es importante destacar que en dicho formulario también se encuentra una encuesta sobre el precio que los usuarios estarían dispuestos a pagar por el material, tomando en cuenta que es un producto sostenible. En este caso lo que más interesa es conocer, desde el punto de vista de alguien realmente interesado, cuanto estaría dispuesto a pagar por el producto. En la encuesta se plasmó valores a pagar entre 1.50 \$ a 4.50 \$ el metro cuadrado del material.



¿TE INTERESÓ ESTE PROYECTO?

Ayúdanos a crecer

Llena este formulario con tus datos y déjanos saber si vamos en buen camino.

Nombre y Apellido

País

¿Qué opinas del proyecto?, ¿Qué otra aplicación le encuentras?

Tomando en cuenta que nuestro producto es 100% sostenible, ya que tiene una producción más limpia y trabajamos bajo comercio justo, ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un biomat de 1x1m? \*

\$ 1.50 USD  \$ 2.50 USD  \$ 3.50 USD  \$ 4.50 USD

Enviar

Figura 102 Formulario de la página web

Sorpresivamente el valor que gano en el primer grupo fue 2.50 \$ y en el segundo de 3.50 \$. Lo que significa que los usuarios que trabajan con fibra de vidrio sintética, si reconocen el valor agregado del producto, pero tampoco accederían a pagar tanto dinero, ya que prefieren mantener un precio bajo para sus consumidores, mientras que las personas del grupo de los biomateriales no tienen problema en pagar más, al contemplar de mejor forma el contexto y lo beneficios que traen el material. En ambos casos fu interesante conocer como accederían a pagar más que el precio competitivo establecido previamente en la etapa de presupuesto, lo

que quiere decir que el material puede aumentar su ganancia siempre y cuando comunique de forma correcta el valor agregado del producto, desde el eje de la sostenibilidad y de forma correcta.

En conclusión, “el obtener comentarios, buenos o malos, es una gran señal. significa que los usuarios se preocupan lo suficiente como para sugerir o quejarse” (Sevoia, 2011). En este caso, las interacciones recibidas por ambos grupos fueron muy escasas. No se recibieron comentarios directos, pero gracias a la aplicación de la fórmula ILI, se pudo comprender que, este primer acercamiento no fue del todo exitoso. Este método de prototipación ayudó a comprender que el nivel de interés del material es bastante bajo, pero que se debería hacer un segundo sondeo de mercado más local que no solo ayude a medir el interés nuevamente, sino que también permitirá replantearse la extensión del nicho de mercado, tomando en cuenta que se mantendrá el mismo target, ya que gracias a este método se demostró que es el ideal.



## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 11.1 CONCLUSIONES

Para la realización de este proyecto se tuvo que considerar varios factores que dificultaron el desarrollo del biomaterial. Sin embargo, el proyecto se ajustó a los materiales, herramientas y métodos disponibles para lograr cumplir con todos sus objetivos planteados de la forma más recursiva y eficaz posible, sin afectar en gran forma el resultado final.

La metodología de diseño utilizada, es decir el Circular design Guide, aportó en gran manera en la forma en la que se desarrolló el proyecto. Es correcto afirmar que sus herramientas permitieron satisfacer exitosamente los ejes que plantea la metodología. Siendo estos, comprender, definir, hacer y lanzar, Sin embargo, cabe aclarar que, en este proyecto, la metodología no se aplicó exactamente como la guía propone. La aproximación metodológica del trabajo no siguió una estructura circular, ya que existieron varios saltos en el proceso los cuales mantuvieron al desarrollo del material en una constante validación dentro de un ciclo constante de aprendizaje y fabricación.

Esto significa que, por ejemplo, en la etapa de experimentación, existieron varios factores que tenían éxito y otros que fracasaban. Esto ayudaba a comprender nuevos problemas, definir nuevas soluciones, hacerlas y validarlas, constantemente. Muchas veces durante el proceso se debía retroceder o incluso avanzar en ciertas etapas de la metodología, para confirmar si esta iba por buen camino. Pero, a fin de cuentas, se puede afirmar que esta metodología fue muy útil para el desarrollo final del biomaterial.

Durante la experimentación y desarrollo del material existieron algunos aspectos que no se pudieron realizar debido a las limitaciones existentes a nivel mundial. A pesar de que el material original contemplaba distintos materiales y procedimientos, el producto final obtuvo un resultado exitoso, que dentro de lo que cabe, puede utilizarse para sustituir el poliéster reforzado con fibra de vidrio, siempre y cuando se tome en cuenta las cualidades físicas y mecánicas del nuevo biomaterial y se acoplen de mejor manera a las necesidades que este material busque satisfacer.

Si bien es cierto, el biocompuesto, no cuenta con exactamente las mismas cualidades que el poliéster reforzado, algunas son mejores y otras no tanto. Sin embargo, la ficha técnica, expuesta en la etapa de validación del valor y desempeño del biomaterial, invita a los usuarios a utilizar este material según su criterio. Por temas ajenos al proyecto, este biocompuesto se aplicó en la industria automotriz para demostrar su alcance, sin embargo, es importante aclarar que este campo de acción solo fue el vehículo para el testeado del material. Por lo que su potencial aplicación se deja abierta para cualquier área en la que se considere a este biomaterial como una solución, según las cualidades que ofrece.

## 11.2 RECOMENDACIONES

Debido a la situación actual, este proyecto se redujo en gran parte, en cuanto a tiempos, investigación, experimentación y aplicación del biocompuesto. Por lo que, primero, se recomienda experimentar un poco más con otro tipo de componentes para la creación de la bioresina y del sustrato de fibras vegetales, para determinar si es posible encontrar mejores resultados al material desarrollado en este proyecto, partiendo una nueva exploración.

Inicialmente se planteó investigar un poco más sobre las propiedades de las fibras vegetales disponibles en el país, para combinarlas entre si y sumar sus cualidades físicas. En el Ecuador existe una gran variedad de fibras vegetales disponibles para su uso comercial e industrial, que se podrían aprovechar para evolucionar este nuevo material. Por lo que, se recomienda aprovechar todos los valores y propiedades de dichas fibras para sustituir o complementar la cabuya, con otro tipo de fibras, con el fin de mejorar el resultado obtenido. Se sugiere desarrollar un sustrato híbrido de distintas fibras vegetales que se complementen entre sí con sus propiedades, y analizar como este factor influenciaría en el valor y desempeño final de este nuevo material.

Es importante destacar que, en cierto punto, al someter a la pieza a otro tipo de tratamientos físicos, como lo es agregarle un acabado, esta puede reducir en cierto grado su nivel de compostaje. Por lo que sería bueno analizar una potencial solución a este problema, ya sea desarrollando un material de acabado superficial que no dificulte la disposición final del material que lo usa, o desarrollar un sistema que elimine por completo la capa de acabados para que, el material puro, se pueda degradar fácilmente.

En el caso de que este material se comercialice, tal y como se desarrolló en este proyecto, se puede optar por reducir ciertas tecnologías y procesos, que le otorguen un carácter más sostenible y recursivo a su plan de negocios. Siempre se puede mejorar, por lo que se recomienda analizar el modelo de negocios establecido y determinar y cambiar dichos factores que se considera factible y viable mejorar para mantener un equilibrio entre los ejes social, económico y ambiental.

Finalmente se recomienda mejorar la comunicación estratégica del material, ya que no solo debe transmitir los beneficios del material que le brinda al usuario, sino que también debe enfocarse y vender una oportunidad de cambio y mejora del medio ambiente. El objetivo de este trabajo fue demostrar cómo se puede sustituir elementos “cotidianos/tradicionales”, con una alternativa más verde, sana y justa. Más que recomendar, se busca incentivar a los lectores de este proyecto de titulación, a despertar su visión a futuro y a arriesgarse a cambiar para bien los elementos dañinos y contaminantes de su entorno.

## REFERENCIAS

- Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades. (2016). *Resúmenes de Salud Pública: Fibras vítreas sintéticas (Synthetic Vitreous Fibers)*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de ATSDR: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs161.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs161.html)
- Albert Einstein College of Medicine. (2019). *Environmental Health & Safety: Fiberglass*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de Einstein: <http://www.einstein.yu.edu/administration/environmental-health-safety/industrial-hygiene/fiberglass.aspx>
- Ambientum. (28 de Agosto de 2019). *Datos sobre la contaminación que causa el plástico*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de Ambientum: <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/contaminacion-plastico.asp>
- American Cancer Society. (17 de Noviembre de 2015). *El asbesto y el riesgo de cáncer*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de American Cancer Society: <https://www.cancer.org/es/cancer/causas-del-cancer/asbesto.html>
- Architonic. (2013). *FLUIDSOLIDS*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de Architonic: <https://www.architonic.com/es/project/fluidsollids-material/5104395>
- Arkiplus. (2019). *Construcción: Historia de la fibra de vidrio*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de Arkiplus.
- Arregui, F. (2019). *Propuesta de un sistema de envases desechables compostables para alimentos de consumo rápido como alternativa sostenible ante productos de alto impacto ambiental*. Quito: Universidad de las Américas. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10926>
- ASTM International. (25 de Mayo de 2018). *Composite Standards*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de ASTM International: <https://www.astm.org/Standards/composite-standards.html>
- Balboa, C., & Domínguez, M. (2014). *Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia-UNED. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019
- Banco Central del Ecuador. (2017). *Estadísticas de comercio exterior*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de Revista Líderes: <https://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-santodomingo-abaca-exportaciones.html>.

- BBC News Mundo. (21 de Junio de 2018). *Volcán Kilauea de Hawái : qué son los "cabellos de Pele" y por qué son tan dañinos*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de BBC: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44563699>
- BENAVIDES, G. (18 de Febrero de 2019). *INFORME DE VERIFICACIÓN DE DERECHOS HUMANOS: LA INDIGNA SITUACIÓN DE FAMILIAS QUE VIVEN DENTRO DE LAS HACIENDAS DE ABACÁ DE LA EMPRESA JAPONESA FURUKAWA PLANTACIONES C.A. DEL ECUADOR*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de Defensoria del pueblo Ecuador: <https://www.dpe.gob.ec/wp-content/dpecomunicacion/Informe%20final%20furukawa.pdf>
- Bogeva-Gaceva, M., Avella, M., Malinconico, A., Buzarovska, A., Grozdanov, G., Gentile, M., & Errico, E. (2017). *Natural Fiber Eco-Composites*. Macedonia: Society of Plastics Engineers. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019
- C- Dicc. Textil Latinoamericano. (S.f.). *Cabuya - fibra textil*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de C- Dicc. Textil Latinoamericano: <https://sites.google.com/site/cdicctextillatinoamericano/home/cabuya---fibra-textil>
- Caballero, E. (8 de Febrero de 2017). *Normas Generales y Básicas de Seguridad*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de ProSeguridad: <https://proseguridad.com.ve/seguridad-laboral/normas-generales/>
- CADE. (s.f.). *Productos para invertir: fibra de abaca*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2019, de Agronegocios: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/fibras/abaca/principal.htm>
- Cadena, Leterrier, & Manson. (1994). *Los compuestos a fibras naturales*. Laussane: Escuela politecnica federal de Laussane. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019
- Camelle, N. (20 de Julio de 2018). *PRODUCTO ABACÁ ECUATORIANO EN EL MERCADO INTERNACIONAL*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de Todo Comercio Exterior: <http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/producto-abac-ecuatoriano-en-el-mercado-internacional>
- Canelon, A. (2019). *10 Normas de Seguridad Industrial Más Importantes*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de Lifer: <https://www.lifer.com/normas-seguridad-industrial/>
- CANNABRIC. (2009). *solutions for a habitable future*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de CANNABRIC: <http://www.cannabric.com/index.php>
- Catedra Diseño. (5 de Abril de 2018). *¿Qué es el diseño circular?* Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Universidad Oberta de Catalunya: <https://catedratelefonica.uoc.edu/2018/04/05/que-es-el-diseno-circular/>
- CAZAR, D., & MORÁN, S. (16 de Febrero de 2019). *ABACÁ: ESCLAVITUD MODERNA EN LOS CAMPOS DE ECUADOR*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de Plan V:

<https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/abaca-esclavitud-moderna-campos-ecuador>

- Centro de Actividad Regional para la producción limpia. (S.f). *Procedimiento para el ecodiseño*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de Técnicas de minimización: [http://www.cprac.org/various/cprac\\_manual\\_nautic/es/content.php-id=152.htm](http://www.cprac.org/various/cprac_manual_nautic/es/content.php-id=152.htm)
- Circular Design Guide. (2018). *Building Teams*. Recuperado el 3 de Mayo de 2020, de Circular Design Guide Methods: <https://www.circulardesignguide.com/post/build-teams>
- Circular Design Guide. (2018). *Continuous Learning Loops*. Recuperado el 3 de Mayo de 2020, de Circular Design Guide Methods: <https://www.circulardesignguide.com/post/continuous-learning-loops>
- Circular Design Guide. (2018). *Find Circular Opportunities*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Circular Design Guide: <https://www.circulardesignguide.com/post/circular-interventions>
- Circular Design Guide. (2018). *Learn from Nature*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Circular Design Guide: <https://www.circulardesignguide.com/post/biomimicry>
- Circular Design Guide. (2018). *Product Journey Mapping*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Circular Design Guide: <https://www.circulardesignguide.com/post/product-lifecycle-mapping>
- Circular Design Guide. (2018). *Rapid Prototyping*. Recuperado el 3 de Mayo de 2019, de Circular Design Guide Methods: <https://www.circulardesignguide.com/post/rapid-prototyping>
- Circular Design Guide. (2018). *Smart Material Choices*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Circular Design Guide: <https://www.circulardesignguide.com/post/materials>
- Circular Design Guide. (2018). *Understand Circular Flows*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Circular Design Guide: <https://www.circulardesignguide.com/post/loops>
- Código Catingón. (2009). *AGLUTINANTES NATURALES*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de GeoCities: <http://www.geocities.ws/codicecatingon/materiales/pinturas/aglutinantes00.html>
- Corrales, F. (2002). *Modificación de la fibra de yute para la elaboración de plásticos reforzados*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019
- Definiciones de Oxford Languages. (s.f). *Rigidez*. Recuperado el 3 de Junio de 2020, de Definiciones de Oxford Languages: [https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD\\_esEC856EC856&sxsrf=ALeKk008f0EECXnlF7B9wvJMeFNMP6rsMA%3A1595354413019&ei=LS0XX-FlgZz9Bub2mcAN&q=rigidez&oq=rigidez&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWlQAzIMCAAQsQMqQxBGEpkBMgQIABBDmgQIABBDmgIIADICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgIADoFCAA](https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD_esEC856EC856&sxsrf=ALeKk008f0EECXnlF7B9wvJMeFNMP6rsMA%3A1595354413019&ei=LS0XX-FlgZz9Bub2mcAN&q=rigidez&oq=rigidez&gs_lcp=CgZwc3ktYWlQAzIMCAAQsQMqQxBGEpkBMgQIABBDmgQIABBDmgIIADICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgIADoFCAA)

- Design Buildings. (13 de Septiembre de 2017). *Hempcrete*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de Design Buildings: <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Hempcrete>
- Designaholic. (23 de Enero de 2017). *IDEO presenta la Circular Design Guide, una nueva manera de hacer diseño*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2019, de Designaholic: <http://designaholic.mx/disenio/ideo-presenta-la-circular-design-guide-una-nueva-manera-disenio/>
- Duffield, W., Gibson, E., Duffield, J., & Heiken, G. (1977). *Scientific and summaries of investigation geology, hydrology and related fields: Pele Hair*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de Journal of research of the U.S. geological survey: <https://pubs.usgs.gov/journal/1977/vol5issue1/report.pdf#page=97>
- Ecocomposite. (2019). *PROYECTO ECOCOMPOSITE*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de Ecocomposite: <http://ecocomposite.es/>
- Ecoplas. (2017). *Tipos de plásticos y procesos*. Obtenido de Entidad especializada en plasticos y medio ambiente: <https://ecoplas.org.ar/tipos-de-plasticos-y-procesos/>
- El Agrónomo Orgánico. (12 de Junio de 2012). *Abaca - El cultivo*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de El Agrónomo Orgánico: <http://elagronomoorganico.blogspot.com/2012/06/abaca-el-cultivo.html>
- El Productor. (26 de Octubre de 2012). *El Abacá un cultivo de oportunidades para Ecuador*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de El Productor: <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/el-abaca-un-cultivo-de-oportunidades-para-ecuador/>
- El Universo. (16 de Abril de 2018). *La comunicación estratégica como parte del éxito de una empresa*. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de El Universo: <https://www.eluniverso.com/vida/2018/04/16/nota/6717780/comunicacion-estrategica-como-parte-exito-empresa#:~:text=La%20comunicaci%C3%B3n%20estrat%C3%A9gica%20como%20parte%20del%20%C3%A9xito%20de%20una%20empresa,las%20acciones%20de%20la%20misma>
- EmpaqueVerde Ecuador. (2019). *Nuestra empresa*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de EmpaqueVerde Ecuador: <https://www.empaqueverde.com/web/>
- Encolombia. (2019). *Cómo Afecta el Plástico al Medio Ambiente*. Obtenido de Temas de Interés Medio Ambiente: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/como-afecta-el-plastico/>
- Enkev. (7 de Diciembre de 2019). *Cocoform: Natural Packaging*. Recuperado el 2019, de Enkev: [https://www.enkev.com/en/market/packaging\\_22/](https://www.enkev.com/en/market/packaging_22/)
- Enkev. (2020). *Company*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Enkev: <https://www.enkev.com/#>



- Espinosa, R. (2018). *BENCHMARKING: qué es, tipos, etapas y ejemplos*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Roberto Espinosa: <https://robertoespinosa.es/2017/05/13/benchmarking-que-es-tipos-ejemplos>
- Espinoza, M. V. (14 de Febrero de 2016). *Santo Domingo exporta abacá de calidad*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de Lideres: <https://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-santodomingo-abaca-exportaciones.html>
- Euronews. (19 de Julio de 2012). *Los nuevos materiales "verdes"*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de Euronews: <https://es.euronews.com/2012/07/19/los-nuevos-materiales-verdes>
- EuroSur. (s.f.). *INDUSTRIALIZACIÓN, MEDIO AMBIENTE Y DEPENDENCIA*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de EuroSur: [http://www.eurosur.org/medio\\_ambiente/bif36.htm](http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif36.htm)
- Fajardo, J., Valarezo, L., Lopez, L., & Sarmiento, Á. (2013). Experiences in obtaining polymeric composites reinforced with natural fiber from Ecuador. *Ingenius*, 28-35. Obtenido de Ingenius.
- Fazeli, M., Florez, J., & Simão, R. (2018). *Improvement in adhesion of cellulose fibers to the thermoplastic starch matrix by plasma treatment modification*. Composites Part B: Engineering: Elsevier. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2019). *TÉRMINOS Y DEFINICIONES: Propiedades de la fibra de vidrio*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de Fibra de vidrio: <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/propiedades-de-la-fibra-de-vidrio/>
- Fitzer, E. (2008). *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry: Fibers, 5. Synthetic Inorganic*. . Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Fitzer, E., Kleinholz, R., Tiesler, H., Martyn, H. S., De Bruyne, R., Lefever, I., . . . Sitter, S. (2008). *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry: Fibers, 5. Synthetic Inorganic*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA).
- FluidSolids. (2019). *Materiales reciclables a partir de residuos*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de FluidSolids: <https://www.fluidsolids.com/loesungen/materialentwicklung/>
- FluidSolids. (2019). *Tecnología: Como el plástico clásico, pero biodegradable*. Obtenido de FluidSolids: <https://www.fluidsolids.com/technologie/fluidsolids-biokomposite/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). *Perfiles de 15 de las principales fibras de origen vegetal y animal*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de International Year of Natural Fibres 2009: <http://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/15-natural-fibres/es/>
- Fowler, P., Hughes, J., & Elias, E. (2006). *Biocomposites: technology, environmental credentials and market forces*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de Journal of the Science

- Food and Agriculture:  
[http://www.bc.bangor.ac.uk/\\_includes/docs/pdf/biocomposites%20technology.pdf](http://www.bc.bangor.ac.uk/_includes/docs/pdf/biocomposites%20technology.pdf)
- Galindo, M. (2019). *Mobiliario De Diseño Sostenible Y Ecológico*. Obtenido de Ecoesmás:  
<https://ecoemas.com/mobiliario-de-diseno-sostenible-y-ecologico/>
- Genetica Design Management. (26 de Febrero de 2017). *Diseño y economía circular, hacia empresas más sostenibles*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de Genetica Design Management: <https://geneticadesign.com/diseno-y-economia-circular-hacia-empresas-mas-sostenibles/>
- Go Raymi. (S.f.). *Parroquias de Quito*. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de Go Raymi:  
<https://www.goraymi.com/es-ec/pichincha/quito/mapas/parroquias-quito-abzlc3d9s>
- Gobierno de la República del Ecuador. (2019). *Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de Ministerio del trabajo: <http://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Grupo Sur. (2 de Mayo de 2014). *Fabricación de piezas en fibra de vidrio*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2019, de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=S5vu2Vj1u2Y>
- Guerrero, V., Pontón, P., Tamayo, A., Villacís, H., Delgado, F., & Galeas, S. (2013). *Materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibras naturales y sintéticas*. Quito: Escuela Politecnica Nacional Ecuador.
- Gupta, V., & Kothari, V. (1997). *Manufactured Fibre Technology*. Delhi: Chapman and Hall.  
 Recuperado el 26 de Noviembre de 2019
- Impulsa. (2018). *Qué es la factibilidad y por qué es importante para evaluar un proyecto*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Impulsa:  
<https://www.sistemaimpulsa.com/blog/que-es-la-factibilidad-y-por-que-es-importante-para-evaluar-un-proyecto/>
- Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (1990). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Estados Unidos: John Wiley & Sons. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019
- Inpra Latina. (17 de Enero de 2017). *Crean resina biodegradable para adhesivos y recubrimientos*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de Inpra Latina:  
<https://www.inpralatina.com/201701176735/noticias/tecnologia/crean-resina-biodegradable-para-adhesivos-y-recubrimientos.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (3 de Mayo de 2018). *Según la última estadística de información ambiental: Cada ecuatoriano produce 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>

- I Pietropaoli, A., Basti, F., Veiga-Álvarez, A., & Maqueda-Blasco, J. (2015). *Medicina y Seguridad del Trabajo*. Obtenido de Handling fiberglass at workplaces, potential health effects and control measures (Review): [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2015000300008&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2015000300008&script=sci_arttext&tlng=en)
- JEC Composites Magazine. (21 de Febrero de 2011). *Global glass-fibre production: changes across the board*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de JEC Composites Magazine: <http://www.jecomposites.com/knowledge/international-composites-news/global-glass-fibre-production-changes-across-board>
- Joshia, Drzalb, Mohanty, & Arora. (2003). *Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites?* Delhi: Elsevier. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019
- Julian. (17 de Octubre de 2018). *10 Normas de Seguridad Industrial Más Importantes*. Obtenido de Paluca Seguridad Industrial: <https://paluca.com/noticias/2018/10/17/10-normas-seguridad-industrial-mas-importantes/>
- Junovich, A. (Diciembre de 2002). *El cultivo del Abaca en el Ecuador a travez del III Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de III Censo Nacional Agropecuario: [https://drive.google.com/file/d/0B-fs\\_hltlmMhRmtFX3owZk1xR00/view](https://drive.google.com/file/d/0B-fs_hltlmMhRmtFX3owZk1xR00/view)
- Kannabia. (20 de Mayo de 2019). *LA ECO-CONSTRUCCIÓN A TRAVÉS DEL HEMPCRETE*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de Kannabia: <https://www.kannabia.com/es/blog/la-eco-construccion-traves-del-hempcrete>
- Kintto, L. (4 de Abril de 2000). *ECUADOR: Creativo potencial económico de las fibras vegetales*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de Inter Press service: <http://www.ipsnoticias.net/2000/04/ecuador-creativo-potencial-economico-de-las-fibras-vegetales/>
- La Resina Epoxi. (s.f.). *RESINA ACRÍLICA: alternativa a la epoxi y a la de poliéster*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de La Resina Epoxi: <https://laresinaepoxi.com/resina-acrilica/>
- LeafPack. (2019). *Quiénes Somos*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de LeafPack: <http://leafpacks.com/quienes-somos/>
- Léxico. (2020). *Definición de Resina*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de Léxico: <https://www.lexico.com/es/definicion/resina>
- Loewenstein, K. (1973). *The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers*. Amsterdam: Elsevier Scientific. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019
- Logo love. (2019). *El Diseñador Gráfico*. Obtenido de Logo Love: <https://www.logolove.mx/informacion/disenadorgrafico>

- Lopez, A. (2004). *Influencia del proceso de reciclado sobre las propiedades de los materiales compuestos obtenidos por inyección de poliestireno reforzado con fibras lignocelulosicas*. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña.
- López, C. (11 de Noviembre de 2001). *Las normas ISO 9000*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de GestioPolis: <https://www.gestioPolis.com/las-normas-iso-9000/>
- López, L. (S.f). *El secreto para poder tener un negocio de Diseño Freelance de éxito*. Obtenido de Laura Lopez: <https://www.lauralofer.com/secreto-negocio-diseno-freelance-rentable/>
- Lubin, G., & Krieger, R. E. (1975). *Handbook of Fiberglass and Advanced Plastic Composites*. New York: Huntingdon. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019
- Martel, J., & Pacheco, R. (2018). EntreNiebla: experimentación de material compuesto, basado en los desechos de mimbre. *Revista Chilena de Diseño, rchd: creación y pensamiento*, 1-16. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019
- Material District. (22 de Julio de 2016). *Cocoform*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2019, de Material District: <https://materialdistrict.com/material/cocoform/>
- Mohanty, A., & Misra, M. (2005). *Natural fibers, biopolymers and biocomposites*. Boca Raton: Tylor & Francis Group. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019
- Motorex. (8 de Junio de 2018). *POLIURETANO Y FIBRA DE VIDRIO: Propiedades y usos de la fibra de vidrio*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de Motorex: <http://www.motorex.com.pe/blog/propiedades-usos-fibra-vidrio/>
- Mr Azhar. (2012). *El Ratón o Mouse de la Computadora como se fabrican*. Obtenido de Youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=Tp1iLBb8E\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=Tp1iLBb8E_E)
- Naciones Unidas. (2019). *Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción responsable*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de Objetivos de desarrollo sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Oberdörster, G. (2002). Toxicokinetics and effects of fibrous and nonfibrous particle. *Inhalation Toxicology*, 29-56. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019
- Oberdörster, G. (2002). Toxicokinetics and effects of fibrous and nonfibrous particles. *Inhalation Toxicology*, 29-56.
- Ochando, R. (12 de Febrero de 2013). *Hempcrete, un material muy verde*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019, de Enconstruccion: <https://enconstruccionblog.wordpress.com/2013/02/12/hempcrete-un-material-muy-verde/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2019). *Abaca*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2019, de Fibras del Futuro: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/abaca0/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2019). *Fibras del Futuro: Abacá*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de FAO: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/abaca0/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Bonoté*. Obtenido de Fibras del Futuro: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/coir/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Sisal*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de Fibras del Futuro: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/sisal/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Yute*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de Fibras del Futuro: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/jute/es/>
- Oxfam Intermón. (2018). *Definición de sostenibilidad: ¿sabes qué es y sobre qué trata?* Recuperado el 20 de Mayo de 2019, de Oxfam Intermón: <https://blog.oxfamintermon.org/definicion-de-sostenibilidad-sabes-que-es-y-sobre-que-trata/#:~:text=La%20sostenibilidad%20se%20refiere%2C%20por,medio%20ambiente%20y%20bienestar%20social.>
- Paez, J. C. (2007). *Obtención de compuestos de polipropileno reforzado con fibra de abaca mediante moldeo de compresión*. Quito: Escuela politecnica general. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019
- Patzelt, E. (2014). *Flora del Ecuador*. Gotemburgo: Banco Central del Ecuador. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de [http://www.patzelt-ecuador.de/Patzelt\\_Flora\\_del\\_Ecuador-1-Introduccion.pdf](http://www.patzelt-ecuador.de/Patzelt_Flora_del_Ecuador-1-Introduccion.pdf)
- Peiró, R. (2019). *Cadena de valor*. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-valor.html#:~:text=Representaci%C3%B3n%20y%20actividades%20de%20la,proceso%20de%20transferencia%20al%20comprador.>
- Pietropaoli, A., Basti, F., Veiga-Álvarez, A., & Maqueda-Blasco, J. (7 de Septiembre de 2015). *Handling fiberglass at workplaces, potential health effects and control measures*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de MEDICINA y SEGURIDAD del trabajo: <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v61n240/revision.pdf>
- Pietropaoli, A., Basti, F., Veiga-Álvarez, A., & Maqueda-Blasco, J. (Septiembre de 2015). *Manejo de la fibra de vidrio en entorno laboral, potenciales efectos sobre la salud y medidas de control*. Obtenido de MEDICINA y SEGURIDAD del trabajo: <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v61n240/revision.pdf>

- Pietropaoli, Basti, Veiga-Álvarez, & Maqueda-Blasco. (13 de Julio de 2015). *Manejo de la fibra de vidrio en entorno laboral, potenciales efectos sobre la salud y medidas de control*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de Scielo: Medicina y Seguridad del Trabajo: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2015000300008&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2015000300008&script=sci_arttext&tlng=en)
- Pingle, P. (2008). *Analytical Modeling of Hard Biocomposites*. Massachusetts: University of Massachusetts Lowell. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019
- PINTULAC. (2018). *Nosotros*. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de ¿QUIÉNES SOMOS?: <https://www.pintulac.com.ec/quienes-somos>
- Rachel's Environment & Health Weekly. (1 de Junio de 1995). *FIBER GLASS: A CARCINOGEN THAT'S EVERYWHERE*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de RACHEL'S ENVIRONMENT & HEALTH WEEKLY #444: <https://www.ejnet.org/rachel/rehw444.htm>
- Regalado, C., & Sánchez, R. (Septiembre de 2013). *Proyecto de factibilidad para la creación de de una empresa dedicada a hacer modificaciones tipo tuning, en el sector el condado en la ciudad de Quito*. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de Universidad Politécnica Saleciana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5766/1/UPS-QT04020.pdf>
- Revista Líderes. (2 de Enero de 2020). *'Bioplatos', una iniciativa verde que gana clientes*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Revista Líderes: <https://www.revistalideres.ec/lideres/bioplatos-iniciativa-ambiente-clientes-emprendimiento.html>
- Rudnik, E. (2019). *Compostable Polymer Materials*. Poland: Elsevier. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019
- Sansó, R. (2016). *La estructura de una página web*. Obtenido de Rafel Sansó: <http://www.rafelsanso.com/la-estructura-de-una-pagina-web/>
- SCOM. (2016). *SCOM: Propiedades y aplicaciones de la fibra de vidrio*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de SCOM: <https://www.atescom.es/fibra-vidrio-propiedades-aplicaciones/>
- Servicio Geológico de los Estados Unidos. (31 de Mayo de 2018). *Pele Hair*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019, de USGS: <https://www.usgs.gov/media/images/peles-hair>
- Sevoia, A. (2011). *Pretotype it*. Recuperado el 15 de Julio de 2020, de Pretotype it: [https://www.pretotyping.org/uploads/1/4/0/9/14099067/pretotype\\_it\\_2nd\\_pretotype\\_edition-2.pdf](https://www.pretotyping.org/uploads/1/4/0/9/14099067/pretotype_it_2nd_pretotype_edition-2.pdf)
- Sharma, R. (1999). *El monje que vendió su Ferrari*. Canadá: HarperCollins.
- Sharma, R. (2002). *El santo, el surfista y el ejecutivo*. Estados Unidos: Hay House.

- Sistema Español de Inventario de Emisiones. (Octubre de 2019). *FABRICACIÓN DE ALUMINIO (EMISIONES DE PROCESO)*. Obtenido de Metodologías de estimación de emisiones: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio\\_tcm30-502319.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio_tcm30-502319.pdf)
- Sparrow, A., & William, S. (2014). *El libro de Hempcrete: diseño y construcción con cáñamo-cal*. Londres: UIT Cambridge Ltd. Recuperado el 6 de Diciembre de 2019
- Tecnología de los Plásticos. (6 de Diciembre de 2011). *Tecnología de los Plásticos: Fibra de vidrio*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019, de Tecnología de los Plásticos: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/12/fibra-de-vidrio.html>
- Textile Learner. (2012). *Abaca Fiber (Manila Hemp) | Uses/Application of Abaca Fiber*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2019, de textile learner: uiyuyuyui
- Textile Learner. (2013). *Abaca Fiber (Manila Hemp) | Uses/Application of Abaca Fiber*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de Textile Learner: <https://textilelearner.blogspot.com/2013/04/abaca-fiber-manila-hemp-usesapplication.html>
- Universidad de Las Américas . (2020). *HISTORIA*. Obtenido de Universidad de Las Américas (UDLA): <https://www.udla.edu.ec/la-udla/historia/>
- Universidad de Las Américas. (2020). *DISEÑO DE PRODUCTOS*. Obtenido de Universidad de Las Américas (UDLA): <https://www.udla.edu.ec/carreras/programas-academicos/pregrados/facultad-de-arquitectura/disenode-productos/>
- Universidad de Las Américas. (2020). *DISEÑO GRÁFICO*. Obtenido de Universidad de Las Américas (UDLA): <https://www.udla.edu.ec/carreras/programas-academicos/pregrados/facultad-de-comunicacion/disenografico-con-itinerario-en-direccion-de-arte/>
- Universidad de Las Américas. (2020). *NUESTROS CAMPUS*. Obtenido de Universidad de Las Américas (UDLA): <https://www.udla.edu.ec/campu/nuestros-campus/>
- Vidal, J. (4 de Noviembre de 2019). *Materiales compuestos con fibras naturales y bio-resinas*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de Interempresas: Canlaes sensoriales: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/257981-Materiales-compuestos-con-fibras-naturales-y-bio-resinas.html>
- Volf, M. B. (1990). *Technical Approach to Glass*. Amsterdam: Elsevier. Recuperado el 26 de Noviembre de 2019
- Wallenberger, F., & Bingham, P. (2010). *Fiberglass and glas technology*. New York: Springer.
- Wambua, P., Ivens, J., & Verpoest, I. (2003). *Natural fibers: Can they replace glass in fiber reinforced plasticas?* Belgica: Composite Science and Tecnology.

Watts, A. A. (1985). *Commercial Opportunities for Advanced Composites*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Wikilibros. (2 de Abril de 2020). *Impactos ambientales/Fabricación de hierro y acero*. Obtenido de Wikilibros:

[https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos\\_ambientales/Fabricaci%C3%B3n\\_de\\_hierro\\_y\\_acero](https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Fabricaci%C3%B3n_de_hierro_y_acero)

Yaconic. (26 de Agosto de 2019). *SI HAY OPCIONES PARA SUSTITUIR EL PLÁSTICO: LAS FIBRAS VEGETALES*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de Yaconic:

<https://www.yaconic.com/opciones-sustituir-plastico-fibras-vegetales/>

Yifei, Z. (Mayo de 2015). *Análisis ambiental de la producción de Cobre*. Obtenido de Escola de Camins:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26066/An%E1lisis+ambiental+de+la+producci%C3%B3n+de+cobre.pdf;jsessionid=F4DD4422C38285DF3DA710E68C0CD65F?sequence=1>



## **ANEXOS**

## Anexo 1: Evidencia fotográfica Pretoripacion

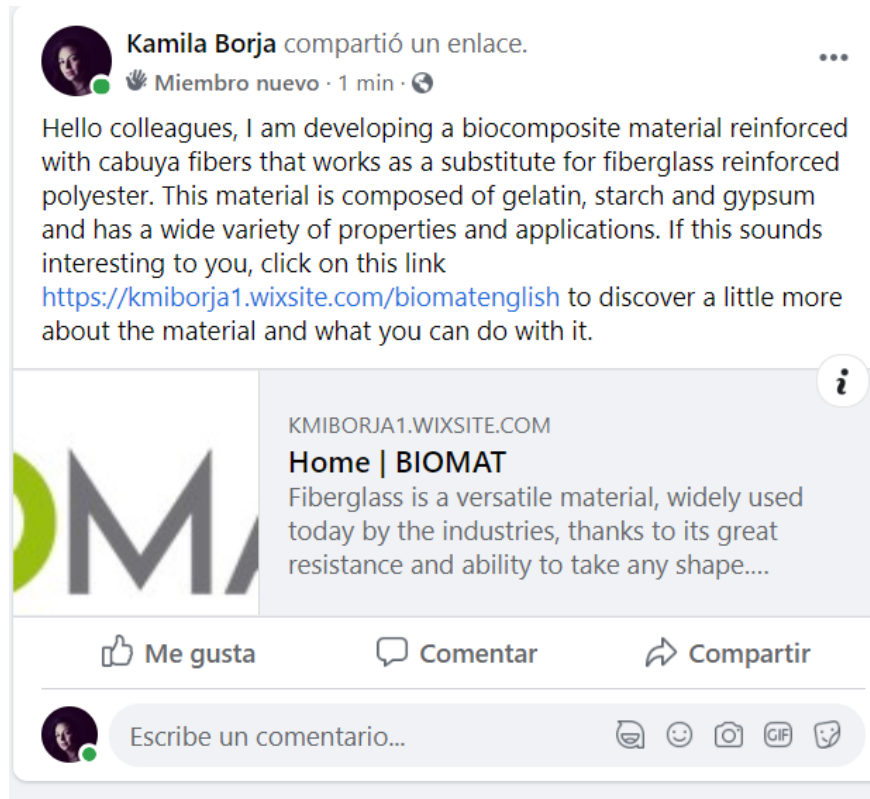


Figura A1: Publicación en el grupo Biomaterial Research

**Kamila Borja** compartió un enlace. ...  
Miembro nuevo · 2 h ·

Hola a compañeros, ¿No están cansados de lo incomodo que puede llegar a ser trabajar con la fibra de vidrio sintética? Les cuento que estoy desarrollando un nuevo material ecológico y más saludable que podría sustituir al poliéster reforzado con fibra de vidrio. Este nuevo material es 0 contaminante y 0 nocivo para la salud. Si esto te suena interesante dale click a este enlace <https://kmiborja1.wixsite.com/biomat> y conoce un poco más del material y lo que puedes hacer con él.... **Ver más**

**KMIBORJA1.WIXSITE.COM**  
**Inicio | BIOMAT**  
La fibra de vidrio es un material versátil, muy utilizado hoy en día por las industrias, gracias a su gran resistencia y capacidad de adoptar cualqui...

2

Me gusta Comentar

Escribe un comentario...

Figura A2: Publicación en el grupo llamado Figuras de resina poliéster, moldes y fibra de vidrio

