

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Tema:

**DISEÑO DE UN PRODUCTO A PARTIR DEL MATERIAL COMPUESTO DE
MATRIZ DE POLICARBONATO REFORZADO CON EL APROVECHAMIENTO
DE RESIDUOS DE MEZCLILLA**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero
en Diseño Industrial**

Línea de Investigación:

**MATERIALES ALTERNATIVOS Y/O BIODEGRADABLES AMIGABLES CON EL
MEDIO AMBIENTE**

Autor:

RONALD AUGUSTO PAREDES JINES

Director:

ING. PABLO ISRAEL AMANCHA PROAÑO M. Eng

Ambato – Ecuador

Diciembre 2021

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE AMBATO

HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

**DISEÑO DE UN PRODUCTO A PARTIR DEL MATERIAL COMPUESTO DE
MATRIZ DE POLICARBONATO REFORZADO CON EL APROVECHAMIENTO
DE RESIDUOS DE MEZCLILLA**

Línea de Investigación:

Materiales alternativos y/o biodegradables amigables con el medio ambiente.

Autor:

RONALD AUGUSTO PAREDES JINES

Pablo Israel Amancha Proaño; Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Santiago Javier Santamaría Bedón; Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Francisco Javier Echeverría Tamayo; Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado; Ing. Mg.

DIRECTOR (E) ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villarroel; Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. 

Ambato – Ecuador

Diciembre 2021

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **RONALD AUGUSTO PAREDES JINES**, con CC. **1805523089**, autor del trabajo de graduación intitulado: “DISEÑO DE UN PRODUCTO A PARTIR DEL MATERIAL COMPUESTO DE MATRÍZ DE POLICARBONATO REFORZADO CON EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE MEZCLILLA”, previa a la obtención del título profesional de **INGENIERO EN DISEÑO INDUSTRIAL**, en la escuela de **DISEÑO INDUSTRIAL**.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad

Ambato, diciembre 2021



RONALD AUGUSTO PAREDES JINES

CC. 1805523089

AGRADECIMIENTO

Desde que tome la decisión de seguir adelante con mis estudios de tercer nivel para llegar a ser profesional, tuve una pequeña visión de que algún día lograría completar ese camino, sin embargo, no me imagine que ese trayecto se tornaría difícil, hubo un tiempo en el cual estuve atravesando un momento muy complicado en mi vida personal y que casi terminó costando mi futuro profesional, a pesar de esa situación seguí adelante. Actualmente, siento la grata felicidad de decir que lo logré y me llena de mucha satisfacción el haber superado cada obstáculo, que se presentó en mi camino, ya que, fue lo que me ayudó a formarme como persona y profesional, pues la vida me regalo una segunda oportunidad.

Por esta razón, doy gracias a Dios por darme las fuerzas y la fe necesaria para seguir adelante, a mis padres Patricio Paredes y Patricia Jines que en cada momento me entregaron todo su apoyo y amor incondicional, a mis hermanos Karol, Anthony, Mateo y Cristina que con su presencia, respaldo y cariño me han impulsado a seguir adelante, a mi querida novia Ana Sarabia que me entrega todo su cariño, apoyo y motivación para siempre dar lo mejor de mí.

Agradezco a todos mis maestros por sus enseñanzas, pues gran parte de los conocimientos que hoy poseo, me guían en mis decisiones como profesional, de manera especial a mi tutor Mg. Pablo Amancha que con su conocimiento y paciencia ha contribuido a este proyecto.

RESUMEN

La industria textil o de la moda sin duda es una de las que más contaminación produce al medio ambiente debido a la gran cantidad de desechos que se generan en algunos procesos, uno de ellos son los residuos de mezclilla. En la provincia de Tungurahua Cantón Pelileo existe un alto índice de producción en prendas con mezclilla, las cuales, ocasionan gran cantidad de residuos, que no son aprovechados por las empresas y terminan en vertederos o son incinerados. El objetivo que persigue este proyecto es diseñar un producto a partir de material compuesto de matriz de policarbonato reforzados con el aprovechamiento de residuos de mezclilla. Por otra parte, el Proyecto de investigación tiene un enfoque cualitativo, debido a que utiliza la recolección y análisis de la información para desarrollar el material compuesto. En cuanto al diseño de estudio es de investigación-acción la misma ayuda a describir y a tomar acción sobre el problema que existe en el Cantón Pelileo. El proyecto tiene un alcance exploratorio y descriptivo, es necesario conocer el método para construir el material compuesto y especificar las propiedades y características del nuevo material. Para el proceso de diseño, se aplica la metodología de Pahl & Beitz (2007). Como resultados del proyecto se determinó que el material se utiliza en la elaboración de algunos productos.

Palabras claves: residuos, mezclilla, material compuesto, matriz de policarbonato, aprovechar.

ABSTRACT

The textile or fashion industry, without a doubt, is one of the industries that produces the most pollution to the environment, due to the large amount of waste, one of which is denim waste. In the province of Tungurahua Cantón Pelileo there is a high rate of production in denim garments, which causes a large amount of waste, which is not used by companies and ends up in landfills or in some cases it is incinerated. The objective of this study is to design a product from a polycarbonate matrix composite material reinforced with the use of denim waste. On the other hand, the study will have a qualitative approach, since it uses the collection and analysis of information to develop the composite material. Regarding the study design, it is an action-research, since it will help to describe and take action on the problem that exists in the Pelileo Canton. The project will have an exploratory and descriptive scope since it is necessary to know the method in order to build the composite material and specify the properties and characteristics of the new material. For the design process, the methodology of Pahl & Beitz (2007) will be applied. As a result of the study, it was determined that the material can be used in the elaboration of some products.

Keywords: waste, denim, composite material, polycarbonate matrix, seize.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE FICHAS TÉCNICAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	5
1.1 Mezclilla, características y aprovechamientos de sus residuos.....	5
1.2 Materiales compuestos, características y aplicaciones.....	10
1.3 Materiales compuestos de matriz polimérica (CMP).....	14
1.3.1 Policarbonato (PC).....	17
1.4 Aplicación de materiales compuestos en diseño de productos.....	21

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
2.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	25
2.2 Población y muestra.....	25
2.3 Método, Técnicas e instrumentos de investigación.....	26
2.4 Plan de procesamiento y análisis de la información.....	27
2.4.1 Plan de análisis de los resultados.....	28
2.4.2 Determinación de la elaboración del material compuesto.....	28
2.5 Propuesta de investigación.....	30
2.5.1 Clarificación y planificación.....	30
2.5.1.1 Clarificación.....	31
2.5.1.2 Planificación.....	34
2.5.2 Diseño conceptual.....	35
2.5.3 Realización.....	36
2.5.4 Diseño de detalle.....	37
CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN ..	38
3.1 Desarrollo del material compuesto de PC – residuos de mezclilla.....	38
3.1.1 Materiales.....	38
3.1.2 Construcción del molde para unión de los materiales.....	39
3.1.3 Método para la obtención del material compuesto.....	40
3.1.4 Obtención de probetas del material compuesto.....	48
3.1.5 Análisis los resultados en el Centro de Fomento Metalmecánico Carrocero.....	49
3.1.6 Relación del módulo de elasticidad.....	57
3.1.7 Fichas de costo del material compuesto.....	59
3.2 Análisis de los resultados de la metodología de diseño.....	59
3.3 Evaluación de la propuesta.....	69
CONCLUSIONES.....	72

RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Panel de 5 cm, 3 cm y 1 cm, del aislante térmico	7
Figura 2. Material compuesto para la construcción.....	8
Figura 3. Muestras de los materiales compuestos	10
Figura 4. Orientación de la fibra (a) continua, (b) discontinua y (c) discontinua al azar ...	12
Figura 5. Materiales Compuestos refractarios: (a) Plástico refractario, y (b) Concreto refractario.....	14
Figura 6. Casco para ciclistas de PU puro y PU compuesto.....	16
Figura 7. Material compuesto de fibra y puro	21
Figura 8. Anillo y cartera hechos con material compuesto de fibra de mezclilla residual ..	22
Figura 9. Prototipo de luminaria “muro de agua”	23
Figura 10. Proceso de obtención del gancho con molde	24
Figura 11. Esquema de recolección de información.....	27
Figura 12. Esquema del plan de análisis de resultados.....	28
Figura 13. Flujo grama de procesos.....	29
Figura 14. Planteamiento del problema	31
Figura 15. Moodboard	35
Figura 16. Residuos de mezclilla.....	38
Figura 17. Policarbonato ondulado de 2mmde 2 mm	39
Figura 18. Cera desmoldante	39
Figura 19. Molde macho y hembra	40

Figura 20. Residuos de mezclilla triturados	41
Figura 21. Policarbonato triturado.....	41
Figura 22. Limpieza del molde.....	42
Figura 23. Aplicación cera desmoldante	42
Figura 24. Vaso de precipitación, agua destilada y proceso de gravimetría	43
Figura 25. Aplicación de la matriz y refuerzo en el molde	46
Figura 26. Compactación del molde.....	47
Figura 27. Molde a una temperatura de 150 0C	47
Figura 28. Desmoldeo del material compuesto	48
Figura 29. Probetas del material compuesto.....	48
Figura 30. Fotografía del ensayo a tracción	50
Figura 31. Fotografía del ensayo a impacto	54
Figura 32. Propuesta del producto 1	60
Figura 33. Propuesta del producto 2.....	61
Figura 34. Propuesta del producto 3.....	62
Figura 35. Render mesa de centro	66
Figura 36. Render lámpara	67
Figura 37. Render separador de ambiente	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Esfuerzo máximo de tracción (MPa).....	51
Gráfico 2. Módulo de elasticidad (MPa)	51
Gráfico 3. Elongación (%).....	52
Gráfico 4. Resistencia al impacto (J/m).....	55
Gráfico 5. Resistencia al impacto (KJ/m ²).....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composiciones del material compuesto	9
Tabla 2. Clasificación de los tipos de matrices	11
Tabla 3. Clasificación de los tipos de refuerzos	11
Tabla 4. Propiedades físicas y mecánicas del policarbonato	18
Tabla 5. Usos y aplicaciones de materiales de fibras de mezclilla con diversos aglutinantes	21
Tabla 6. Características de cada muestra para ensayos de tracción e impacto	26
Tabla 7. Metodología de diseño de Pahl & Beitz (2007)	30
Tabla 8. Matriz de marco lógico.....	32
Tabla 9. Análisis de soluciones existentes.....	33
Tabla 10. Lista de necesidades	34
Tabla 11. Proceso morfológico.....	36
Tabla 12. Dimensiones del molde	40

Tabla 13. Densidad promedio de los residuos de mezclilla	44
Tabla 14. Recolección de datos de ensayo a tracción.....	49
Tabla 15. Recolección de datos de ensayo de impacto.....	53
Tabla 16. Tabla de resultados de ensayos de tracción e impacto	56
Tabla 17. Características físicas del material compuesto	56
Tabla 18. Relación del material compuesto con otros materiales	57
Tabla 19. Costos de elaboración del material compuesto	59
Tabla 20. Rúbrica de evaluación para el producto	69
Tabla 21. Rúbrica de evaluación del diseño del producto a partir de material compuesto .	69
Tabla 22. Resultados de la validación	71

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Densidad	43
Ecuación 2. Volumen del molde	44
Ecuación 3. Masa de la matriz.....	45
Ecuación 4. Volumen de la matriz	45
Ecuación 5. Masa del refuerzo	46

ÍNDICE DE FICHAS TÉCNICAS

Ficha técnica 1. Perspectivas y vistas de la mesa de centro	63
Ficha técnica 2. Perspectiva y vistas de la lámpara	64
Ficha técnica 3. Perspectiva y vistas del separador de ambientes	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de análisis de soluciones existentes 1	79
Anexo 2. Cuadro de análisis de soluciones existentes 2	81
Anexo 3. Cuadro de análisis de soluciones existentes 3	83
Anexo 4. Informe de ensayo de probetas a tracción	85
Anexo 5. Informe de ensayo de probetas a impacto	92
Anexo 6. Rúbrica de evaluación del diseño del producto a partir de material compuesto. 99	

INTRODUCCIÓN

La Asociación Española para la Calidad (AEC, 1961) define que “los residuos son aquellos resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial” (p.1).

De acuerdo con el Banco Mundial (BM, 1944) menciona que “en los próximos 30 años la generación de desechos a nivel mundial, impulsada por la rápida urbanización y el crecimiento de las poblaciones, aumentará de 2010 Mt a 3400 Mt” (p.1).

El mercado textil es una de las industrias más grandes a nivel mundial por tener influencia económica y social en diferentes países; sin embargo, tener una serie de procesos productivos, conlleva a generar una gran acumulación y desperdicio de residuos de mezclilla, diariamente son desechados en lugares inadecuados lo que provoca la contaminación del medio ambiente; por ese motivo, se busca emplear la reutilización de este tipo de residuos con el fin de obtener nuevos objetos o materiales (Chumbi, 2016).

En el Reino Unido los desechos que genera la industria textil desde sus inicios hasta su posterior uso es una de las más contaminantes en el mundo debido a que por cada textil producido, se genera 10,8 kg de CO₂. Dicha industria requiere de la demanda de recursos naturales como el algodón que es el responsable del 2,6 % del consumo mundial de agua, de la misma manera el 20 % de la contaminación de aguas dulces es por el tratamiento y tintura de productos textiles. En cuanto a los procesos de confección de prendas textiles, estos generan 1,15 Mt, de los cuales, 13 % se quema, 13 % se lo recicla, y el restante 76 % se lo tira a la basura. Esto genera un efecto muy perjudicial en las personas que laboran en dicha industria e inclusive su muerte (Carrera, 2017).

En México, se realizó un análisis en una empresa que se dedica a la elaboración de pantalones con mezclilla, en donde se determinó que los diferentes procesos para la obtención del producto final se tiene un sobrante del 15 % en un 1 m de tela; semanalmente se elaboran 1600 pantalones, lo que genera 312 m de desperdicio y esto se traduce a que en cada año existe una excesiva acumulación de residuos de mezclilla (Gómez et al., 2017).

Un estudio en Colombia determinó que las algunas industrias, que se encuentran en Bogotá elaboran productos de hogar, ropa, calzado mediante el uso de distintas telas, de las cuales,

el 95 % de remanentes son quemados, llevados a basureros y lo que es peor dejar en lugares inadecuados para su descomposición. En cuanto al 5% son reutilizados o reciclados, pues estas empresas no tienen el conocimiento de lo grave que son los residuos textiles, por cada kg de tejido textil producido globalmente, se consume 0.6 kg de petróleo equivalente y se emiten 2 kg de CO₂ a la atmósfera lo que genera contaminación al medio ambiente; cabe mencionar que la industria textil y la moda tiene un ciclo de vida muy corto, por esa razón, es un sector fácil de invertir; sin embargo, esto deja una importante huella ambiental, que se da en la adquisición de materias primas, proceso de producción y el manejo del consumidor en el fin de uso de un producto (Castro, 2018).

Actualmente los avances tecnológicos abrieron las puertas a la invención de los materiales compuestos (o composites), los cuales consisten en la unión de dos o más componentes que forman un sólido final con mejores propiedades y características a las que presenta cada uno, generalmente está constituido por dos elementos: el primero es la matriz polimérica, metálica o cerámica y el segundo el refuerzo de fibra natural o sintética (Olivares, Galán, & Roa, 2003).

En el Ecuador existe un alto índice de producción de prendas de vestir; es así que, según el informe del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2012) “a nivel geográfico, Pichincha (27%), Guayas (17%), Tungurahua (8.1%), Azuay (7.5%) e Imbabura (4.5%) son las provincias donde se asientan el mayor número de establecimientos del sector textil” (p.2).

Así mismo en la ciudad de Guayaquil parroquia Pascuales existe empresas, que se dedican a la fabricación de prendas de vestir, dichas empresas generan residuos de mezclilla en gran cantidad, además, hay un poco interés y tratamiento, que se les da a estos residuos. La cantidad de residuos que se produce son de un 3,5 kg/día, es decir, al mes se produce 500 kg de restos textiles que contaminan los sectores aledaños de la ciudad (Zambrano, 2019).

En el cantón Pelileo, perteneciente a la provincia de Tungurahua, existe una alta producción de prendas de vestir con la utilización de la tela mezclilla, con alrededor de 1000 empresas entre grandes, medianas y pequeñas, las cuales, producen mensualmente alrededor de un millón de prendas. Todos los procesos para la elaboración de dichas prendas generan residuos de mezclilla en gran cantidad. Se determina que por cada prenda fabrica, se genera 1 kg de residuo de mezclilla, es decir, al año se produce alrededor de 94 toneladas de

residuos. Además, existe un mal manejo con este tipo de residuo puesto que la mayoría de fabricantes lo considera como un desecho sin valor y así terminan incinerados y en el peor de los casos en basureros lo que produce contaminación el medio ambiente (gallegos, comunicación personal, 29 de septiembre del 2019).

La idea a defender, se fundamenta en el diseño de un producto mediante el material compuesto, el cual, alarga el ciclo de vida de los residuos de mezclilla. Este proyecto tiene como objetivo general, diseñar un producto a partir de material compuesto de matriz de Policarbonato (PC) reforzados con el aprovechamiento de residuos de mezclilla; popo, se persiguen tres objetivos específicos, que se presentan a continuación:

- Determinar las características de la matriz de policarbonato y los residuos de mezclilla para la creación del material compuesto.
- Identificar un método de unión de la matriz de policarbonato con los residuos de mezclilla, para determinar las características del nuevo material.
- Analizar las características físicas y mecánicas del material compuesto, para la elaboración del producto.
- Desarrollar el diseño de un producto para la aplicación del material compuesto.

El Proyecto de investigación tiene un enfoque cualitativo, se basa en asumir una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por múltiples contextos. Se considera pruebas de tracción e impacto, con la finalidad de conocer las características del material.

A su vez, se aplica la metodología de diseño Pahl & Beitz (2007). Es necesario recalcar que la metodología, se compone de cuatro etapas las que son: planificación y clarificación, diseño conceptual, realización y el diseño de detalle

Por lo visto anteriormente el problema de investigación, se define mediante la siguiente pregunta: ¿Cómo aprovechar las características de los residuos de mezclilla en la aplicación de productos?

Ante la acumulación y el mal manejo de los residuos de mezclilla, que se generan a diario en las empresas textiles del Cantón Pelileo, resulta de interés conocer cómo utilizar o aprovechar este tipo de residuos para alargar su vida útil y a partir de ahí, adoptar medidas que permitan prevenir la contaminación que producen al desecharlos. El Plan Nacional de

Desarrollo Toda una Vida (2017) menciona como objetivo: “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” (p.1), el cambio climático pasa por riesgos inminentes es por ellos existe la necesidad de tomar acciones para conservar la biodiversidad terrestre y marina.

La presente investigación, se realiza con el propósito de aprovechar los residuos de mezclilla que producen las empresas del sector textil en Pelileo. Una de las mejores herramientas para el manejo de estos residuos es la reutilización de los mismos, esto permite un uso adecuado de dichos elementos, lo cual, se generan nuevas aplicaciones en productos; por esta razón, se optó por la elaboración de un material compuesto de matriz de PC y el refuerzo de las fibras textiles para posteriormente aplicarlo en un producto.

El proyecto de investigación es viable debido a que existe la fácil adquisición de los residuos generados por las empresas del sector textil en el cantón Pelileo, de igual manera la información necesaria en cuanto a los residuos y a los métodos para la creación del material compuesto.

Finalmente, el estudio es pertinente, mediante la creación del material compuesto existe una alternativa para utilizar este producto, ya sea en algunas estructuras o partes de industrias como la de construcción, automotriz etc.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1 Mezclilla, características y aprovechamientos de sus residuos

La mezclilla desde sus inicios en el siglo XIX tuvo una larga trayectoria a través de la historia; ha conectado ciudades, países y continentes mediante la comercialización de prendas de vestir, especialmente ropa de trabajo para distintas ocupaciones; además, se convirtió en un símbolo de juventud e innovación en diferentes lugares. En la actualidad es una de las telas que más se utiliza en el mundo, ya sea para la confección de prendas en: moda, trabajo o identidad cultural (Velasco, 2017).

Además, es una tela plana, formado por la técnica de la trama y urdimbre, es decir, el tejido se compone de hilos elaborados con la fibra del algodón, que son teñidos de azul añil; hoy en día, se elabora la mezclilla con diferentes composiciones donde el algodón esta combinado con fibras sintéticas como el spandex y el poliéster (Viteri, 2011).

Las características de la mezclilla dependen mucho de su composición, es así que presentan en su gran mayoría las siguientes (López & Gil, 2017):

- Fina textura en diagonal
- Tejido denso
- Buena caída para sastrería
- Resistente a las arrugas
- Durabilidad; especialmente resistente a la abrasión
- Tejido tupido que resiste la lluvia

Cabe mencionar que el algodón ocupa un gran porcentaje para la elaboración de mezclilla, eso quiere decir que la mayor parte de las características que presenta el material, se da gracias a dicha fibra natural.

Acerca de las principales propiedades de la tela son (López & Gil, 2017):

- Transpirabilidad
- Absorbencia
- Tejido hipo alergénico
- Suavidad

- Versatilidad
- Durabilidad
- Encogimiento y arrugado

La industria textil y sus diferentes procesos están considerada como una de las grandes a nivel mundial, lo cual, genera aproximadamente 450 MM USD anuales. Sin embargo, es una de las más contaminantes para el medio ambiente, está vinculada a varios factores, como el consumo intensivo de energía en la producción de fibras, en procesos de acabado, lavado y secado de las prendas; el gran consumo de agua y productos químicos para el crecimiento de la fibra y actividades de tinturado y lavandería. Además, tiende a emitir CO² vinculado con las diferentes actividades de logística y como factor más perjudicial, es la generación de residuos sólidos derivados de la mezclilla, producidos en las actividades de fabricación de prendas de vestir (Resta, Gaiardelli, Pinto, & Dotti, 2016).

Los desechos producidos por las diferentes industrias en el mundo ocasionan un problema considerable para el ecosistema, los residuos de mezclilla provenientes de empresas textiles en la Unión Europea producen 5,8 Mt/año, de esa cifra solo un 10% se recicla y el resto terminan en rellenos sanitarios y peor aún incinerados; además, según Chumbi (2016), los residuos de mezclilla son pequeños sobrantes de telas que son eliminados por la industria textil y que ya no cumplen ninguna utilidad dentro de la confección. Así mismo, a nivel mundial la generación de residuos sólidos derivados de la mezclilla va en aumento cada año debido al crecimiento de la población y la demanda en adquirir ropa. Es por esto que hoy en día, se pretende reducir este impacto ambiental mediante la reutilización y el aprovechamiento con el fin de alargar la vida útil de este residuo, una de las formas para lograr ese objetivo es que cada empresa textil facilite su reciclado sin que lo deseche en vertederos ni en rellenos sanitarios (Carrera, 2017).

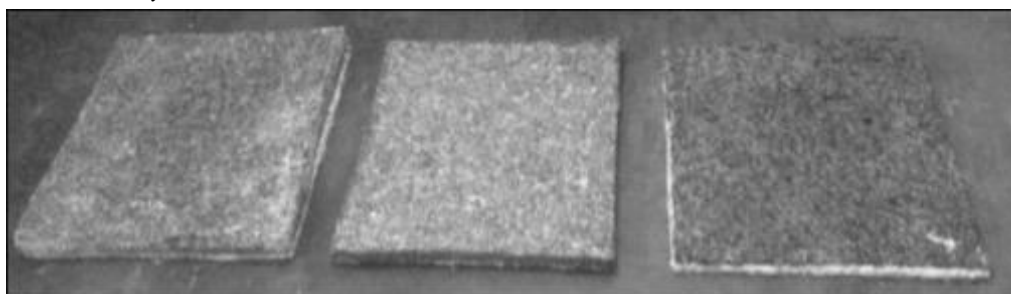
Por otra parte, existen varias empresas, que se dedican a la reutilización posconsumo, mismo que consiste en adquirir productos que la gente desecha por estar desgastado o pasado de moda, por lo tanto, para recuperarlos se realizan varios procesos como desglosar la tela, cortar la fibra, triturado y tejer una urdimbre lo que forma una nueva tela, la cual, se utiliza en nuevos productos (Hawley, 2006).

La reutilización de los residuos de mezclilla es una actividad, que consiste en aprovechar el material desechado preconsumo o postconsumo, que ayude a darle mayor duración en el tiempo y una menor contaminación al medio ambiente. Actualmente, existen investigaciones en donde, se aprovechan los residuos de mezclilla preconsumo para la elaboración de nuevos materiales.

En la ciudad de Saltillo, México, se localizó cuatro empresas dedicadas a la producción de telas y confección de distintas prendas de vestir con el uso de la mezclilla. Se indica que, por cada 100 kg de tela utilizada para fabricar prendas de vestir, se generan 30 kg de residuos de mezclilla. Por ese motivo, desarrollan una investigación con el objetivo de crear un material aislante térmico para edificios de uso habitacional hecho con el aprovechamiento de los residuos de mezclilla. La elaboración del nuevo material, se lo realiza de manera artesanal, mediante un proceso de trituración de los residuos de mezclilla en una licuadora casera con el fin de igualar sus dimensiones, luego al material se mezcló con ácido bórico, el cual, sirve para retardar el fuego al momento de la fusión, después, se colocó en tres diferentes moldes de MDF con pegamento blanco para otorgarle una mayor resistencia, se logró obtener 3 muestras con las siguientes dimensiones: 60 cm de largo, 60 cm de ancho y con tres espesores de 1 cm, 3 cm y de 5 cm (figura 1.).

Figura 1.

Panel de 5 cm, 3 cm y 1 cm, del aislante térmico



Fuente: Tomado a partir de Sánchez, Roux, & Espuna (2018)

Luego, se procedió a colocar cada muestra es una fuente de calor producida por varias luminarias incandescentes en un tiempo de 22 horas, se colocó un termopar (dispositivo para medir la temperatura) en la cara externa e interna, finalmente, se determinó que la muestra con el espesor de 3 cm tiene el mejor funcionamiento, debido que el retardo térmico fue más largo que las otras muestras; por ese motivo, el aislante elaborado con residuos de mezclilla

es capaz de mejorar las condiciones térmicas en un vivienda en la ciudad de Saltillo (Sánchez, Roux, & Espuna, 2018).

En Brasil, el sector textil genera un aproximado de 40 t de residuos de mezclilla mensualmente. Esto ha generado inconvenientes ambientales, debido a su degradación lenta y producción de CO₂ al quemarlos. Investigaciones realizadas han determinado la factibilidad de la reutilización de estos, como en un nuevo material de construcción. La metodología parte de la obtención de los residuos de mezclilla de la empresa Nova Friburgo en Rio de Janeiro, se los recorto en pedazos entre 2 a 6 cm para posteriormente mezclarlo con arena de fundición y resina epoxi RR515. Se prepararon dos tipos de proporciones: en la primera, se elaboró tres formulaciones en contenedores de concreto polimérico a prismático de 40 x 40 x 160 mm³ con 10 % de resina en todas y la fibra textil en variaciones de 0,1, y 2 %. La segunda formulación utilizó tres contenedores cilíndricos de 50 x 100 mm con 12 % de resina en todas y la fibra textil en cantidades de 0, 1, 2 % (figura 2.).

Figura 2.

Material compuesto para la construcción



Fuente: Tomado a partir de Marciano (2009).

Finalmente, se realizaron pruebas de flexión y compresión mediante la utilización de las normas ASTM C348-02 y RILEM CPT PCM-8, como resultado de la investigación, se determinó que el material compuesto generado con los residuos de mezclilla no logro el refuerzo empleado, sin embargo, este material lo utiliza para la construcción ligera (Marciano, 2009).

Otro problema que actualmente, se vuelve más peligroso es la contaminación acústica, produce un impacto negativo en la salud humana; por esa razón, se plantean mejorar el rendimiento acústico con el material compuesto de Poliuretano mezclado con algunos porcentajes de residuos de mezclilla, lo cual, ayuda a la absorción del sonido. Se usa residuos de mezclilla triturados, bajo una formulación de Poliuretano que incluye poliol (alcoholes polihídricos) e isocianato (líquidos utilizados en adhesivos). En un molde cilíndrico de 63.5 mm de diámetro, se realiza la formulación con diferentes porcentajes de residuos de mezclilla que varía entre 0 y 50 % (tabla 1.), se obtuvo varias muestras con un tamaño de 50 x 50 x 30 mm (figura 3.), se les midió la densidad con la norma ASTM D 1622-08, también, el rendimiento acústico de acuerdo con ISO 10534-2; finalmente, se determinó que el material 60-RPF presenta la mejor capacidad para absorber el sonido, de tal forma que lo alcanzado en este estudio es de gran importancia para suplantar los materiales acústicos ya existentes (Tiuc, Vermeşan, Gabor, & Vasile, 2016).

Tabla 1.

Composiciones del material compuesto

Muestras	Espuma de poliuretano rígido (wt%)	Residuos textiles (wt%)	Espesor de la muestra (mm)
100-RPF	100	0	40
90-RPF	90	10	40
85-RPF	85	12	40
80-RPF	80	20	40
75-RPF	75	25	40
70-RPF	70	30	40
60-RPF	60	40	40
50-RPF	50	50	40

Fuente: Tomado a partir de Tiuc, Vermeşan, Gabor, & Vasile (2016)

Figura 3.*Muestras de los materiales compuestos*

Fuente: Tomado a partir de Tiuc, Vermeşan, Gabor, & Vasile (2016)

Frente a la evidencia recaudada, es posible afirmar que existe una gran acumulación y aumento de residuos de mezclilla en varias empresas textiles a nivel mundial, lo cual, ocasiona una gran contaminación en el medio ambiente; sin embargo, este problema se reduce considerablemente y de acuerdo con estudios anteriormente expuestos existe la posibilidad de elaborar nuevos materiales para emplearlos en productos de diferentes industrias.

1.2 Materiales compuestos, características y aplicaciones

Según Olivares et al. (2003) un material compuesto está constituido por dos, o más componentes cuyas propiedades son superiores a las que tienen cada uno por separado y permanecen todos perfectamente identificables en la masa del elemento. Asimismo, el material compuesto está constituido por dos elementos principales que son la matriz y el refuerzo, la unión adecuada de estos dos elementos da como resultado un material con mejores características; cabe mencionar que el resultado final del material depende de las propiedades del refuerzo, las propiedades de la matriz y la relación entre cantidad, geometría y orientación del refuerzo en el material (Pérez, 2016).

La matriz que constituye los materiales compuestos tiene como objetivo establecer una fase continua, es decir, predomina y tiene más influencia que el refuerzo; además, tiene como función proteger al refuerzo del deterioro mecánico y químico del ambiente exterior y evitar

la aparición de grietas en el material compuesto, se divide en tres grupos importantes que son la metálica, cerámica y polimérica (tabla 2.) (Besednjak, 2009).

Tabla 2.

Clasificación de los tipos de matrices

Matriz	Características
Metálica	Alta resistencia y muy bajo peso; además, se lo refuerza con una fibra continua, discontinua o partículas.
Cerámica	Alta resistencia y tenacidad especialmente en bajas temperaturas, se lo refuerza con fibras continuas, discontinuas o partículas.
Polimérica	Buena resistencia a la corrosión y a agentes químicos, moldeables, constituida principalmente por un polímero y una fibra (orgánica o inorgánica).

Fuente: Tomado a partir de Besednjak (2009).

En cuanto al refuerzo, es el segundo componente de los materiales compuestos, permite absorber las tensiones e incrementar la rigidez y la resistencia del conjunto, además, tiene como objetivo ser la fase discontinua en el material compuesto. Se divide en tres grupos principales que son refuerzos por partículas, fibras y estructurales, que muestran las siguientes características (tabla 3.) (Pérez, 2016).

Tabla 3.

Clasificación de los tipos de refuerzos

Refuerzo	Característica	Subdivisión
Partículas	Las partículas de refuerzo tienden a restringir el movimiento de la matriz en las proximidades de cada partícula.	Por dispersión
		Grandes
Fibras	Tiene como objetivo conseguir materiales con una elevada resistencia a la fatiga y rigidez, a bajas y altas temperaturas, y simultáneamente una baja densidad, por lo tanto, se pretende conseguir una mejor relación resistencia-peso.	Naturales
		Sintéticos

Estructurales	Está formado por materiales homogéneos y sus propiedades no sólo dependen de los materiales constituyentes sino de la geometría del diseño de los elementos estructurales.	Laminares
		No laminares
		Sándwich

Fuente: Tomado a partir de Pérez (2016).

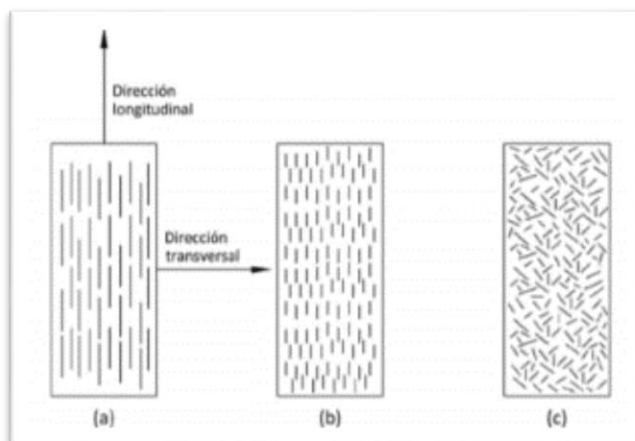
Las principales características de los materiales compuestos son (Pérez, 2016):

- Alta resistencia
- Baja densidad
- Flexibilidad de formas
- Alta resistencia dieléctrica
- Gran capacidad de consolidación de partes
- Resistencia a la corrosión
- Comportamiento a fatiga
- Reducción de costes de mantenimiento

La influencia de la orientación, la cantidad y la distribución de la fibra es muy importante para las propiedades finales del material compuesto; en base a la alineación de la fibra existen dos alternativas que son: Paralelas al eje longitudinal de las fibra (fibras continuas y discontinuas) y alineación al azar (figura 4.) (Callister, 2007).

Figura 4.

Orientación de la fibra (a) continua, (b) discontinua y (c) discontinua al azar



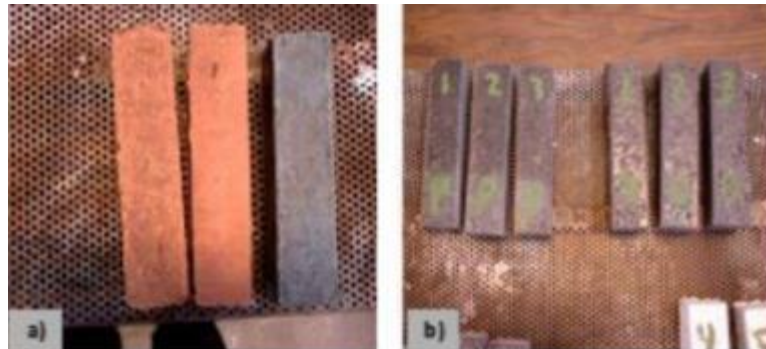
Fuente: Tomado a partir de Callister (2007)

Según Tacca, Nemesio, y Medina (2019) los materiales compuestos de matriz metálica (CMM) se ha implementado a lo largo de este tiempo principalmente en el campo automotriz y aeroespacial, debido a que presenta características necesarias como la alta resistencia al desgaste y a la elasticidad, elaborados por medio de procesos en estado líquido, sólido y gaseoso, en base a estos fundamentos, se realizó una investigación cuyo objetivo es el estudio sobre el comportamiento mecánico de un compuesto de matriz metálica AL-SiO₂, con la utilización de latas de aluminio y cascarillas de arroz. La metodología aplicada en esta investigación parte de la matriz CMM, con un 2,5% de sílice amorfa. Se fabricaron a partir de residuos de aluminio, obtenidos de la quema de cáscara de arroz; en cuanto al proceso de fabricación se basó en la metalurgia de fusión, luego, se determinaron las propiedades mecánicas de la matriz hecha a partir de la lata. Como resultado del estudio, se determinó que las concentraciones más altas de sílice amorfa en la matriz aumentaron la dureza de las aleaciones, mientras que un mayor nivel de sílice amorfa disminuyó el alargamiento. En conclusión la ceniza de cascarilla de arroz en la matriz de aluminio mejora la dureza y el comportamiento mecánico.

Por otra parte, las propiedades de las cerámicas, tales como resistencia a altas temperaturas, rigidez mecánica y buena estabilidad química, hacen que estos materiales sean muy apreciados en aplicaciones industriales, es así que nace el objetivo de esta investigación, la cual, consiste en la aplicación de compuestos de matriz cerámica reforzados con residuos granulares, lograron desarrollar un material compuesto de matriz cerámica reforzado con residuos sólidos de oro y plata, y un material compuesto reforzado con cenizas volcánicas, las matrices de ambos compuestos son de arcilla, que combinadas con otras sustancias químicas logran enlazar los residuos y así logra proporcionar buenas características y propiedades a los materiales, en base a la obtención de estos materiales compuestos, se elaboró dos productos, el primero es un plástico refractario que es útil como recubrimiento en los generadores de vapor y hornos, con el propósito de evitar la salida de los gases y el segundo es un concreto refractario, que se utiliza como ladrillo en la industria de la construcción (figura 5.), cabe mencionar, que se obtiene varios productos a partir de los materiales compuestos con residuos granulares, los cuales reemplazan piezas o componentes que hoy en día son muy costosos (Soto & Pimentel, 2014). En conclusión, los materiales compuestos son de gran importancia hoy en día, por medio de ellos se reduce el impacto ambiental que producen a diario las industrias más grandes del mundo.

Figura 5.

Materiales Compuestos refractarios: (a) Plástico refractario, y (b) Concreto refractario



Fuente: Tomado a partir de Soto & Pimentel (2014)

1.3 Materiales compuestos de matriz polimérica (CMP)

En los últimos años, algunas industrias como la aeroespacial y la automotriz han estudiado los materiales compuestos de matriz polimérica (CMP), con el fin de mejorar la resistencia y tracción en algunas piezas de sus productos, el CMP se basa en un polímero unido a una fase de refuerzo de fibras naturales o sintéticas. Además, estos materiales presentan buenas propiedades físicas, mecánicas y químicas (Besednjak, 2009).

Los polímeros, se definen como un componente, que se genera por la unión de pequeñas moléculas llamadas monómeros, estos forman diferentes tipos de cadenas, que se clasifican según la termo dependencia de sus propiedades, los cuales son:

- Termoplásticos
- Elastómeros
- Termoestables

Los termoplásticos están formados por polímeros, que tienen la capacidad de moldearlos al calentarse a temperaturas muy altas, entran a un estado líquido, esto sucede debido a que su estructura molecular es lineal o ramificada, entre las propiedades más destacadas son: la plasticidad, resistencia y disolución; además, son usados para fabricar diferentes productos de acuerdo a su clasificación: polietilenos, polipropilenos, policloruro de vinilo, poliamidas, policarbonatos y poliuretanos.

Por otra parte, los elastómeros están formados por polímeros, los cuales tienen la cualidad de moverse flexiblemente, muestran un comportamiento elástico en su estructura, tienen dobles enlaces, los más conocidos son el caucho natural y sintético, el caucho nitrilo y el polibutadieno etc.

Finalmente, los termoestables están compuestos de polímeros que no tienen la capacidad de ser remodelados, su estructura presenta moléculas entrecruzadas, los más usados en las industrias son las: resinas de poliéster, resinas de viniléster, resinas epoxi, las fenólicas y las resinas de urea-formaldehído (Besednjak, 2009).

Luego de haber mencionado la clasificación de los CMP y a los diferentes materiales que intervienen en la composición como matrices, se afirma que existen varias aplicaciones de este tipo de matriz en la creación de nuevos materiales compuestos, a continuación, se presenta varios estudios que derivan de este hecho.

La matriz polimérica reforzada con fibras naturales recicladas, es utilizada comúnmente para obtener materiales compuestos, este proceso ha tomado lugar de manera progresiva en algunas creaciones de piezas estructurales en ciertas industrias, es así que esta investigación tiene como objetivo utilizar la fibra de guadua como refuerzo de matrices poliméricas, el estudio inició con la adquisición de la guadua de aproximadamente cinco años de edad, se extrajeron las fibras más gruesas de la parte interna de las guaduas, son las más resistentes; además, se adquirió el poliéster insaturado ortoftálico, el cual, forma la matriz polimérica.

La mezcla, se la realizó de manera manual a temperatura normal y para evitar la aparición de burbujas, se dieron pequeños golpes en la parte superior del molde, se dejó preservar durante una semana; luego, se realizaron tres tipos de pruebas que son de: comprensión mediante la norma NTC 673, de flexión con la norma NTC 3201 y las pruebas de impacto con la norma NTC 943, como resultado de la investigación, se determinó que con el 20 % de la fibra presentó bajos resultados pero con el 10 % de la fibra aplicada el material compuesto tuvo más propiedades físicas y mecánicas; este material compuesto, se ve en la necesidad de ampliar su estudio para futuras aplicaciones (Cuéllar & Muñoz, 2010).

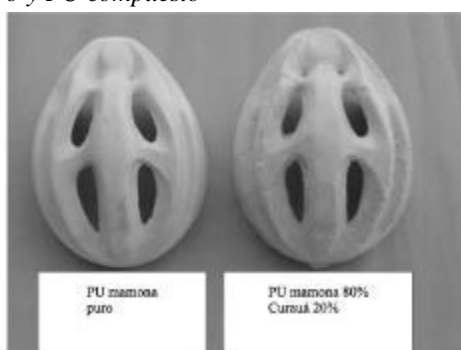
Un estudio realizado por Mothé & Araujo (2004), mencionan que últimamente el desarrollo de materiales compuestos con matriz polimérica ha sido de gran importancia en varias

industrias, el mismo ha ayudado a reducir el impacto ambiental, debido a, que se lo refuerza con fibras recuperadas ya sea naturales o sintéticas como curauá, coco, sisal, ramio, bagazo de caña de azúcar, yute y piña; es así que el objetivo del estudio consiste en la caracterización térmica y mecánica de compuestos de poliuretano con fibras de Curauá.

La metodología de este proyecto parte de la adquisición del elastómero de poliuretano termoplástico (Elastollan® 1185A 10), aceite de ricino de Aboisa y las fibras de curauá; luego, se trituro las fibras a una dimensiones uniforme de 20 mm; posteriormente, se realizó las muestras mediante la técnica de mezcla fundida en un tiempo de 15 minutos y una temperatura de 100°C, se prepararon de tres porciones: 5%, 10% y 20% de fibra, en sus respectivas pruebas mecánicas y físicas, se logró determinar que el material compuesto tiene las siguientes características: resistente a impactos y penetraciones, es ligero, tiene aislamiento térmico, buena visibilidad, estabilidad térmica y baja absorción de agua, gracias a estas propiedades, se elaboró un casco para ciclistas, con la utilización del material compuesto con un 20% de fibra curauá (figura 6.). En conclusión existe la posibilidad de elaborar productos con el material compuesto de matriz polimérica reforzada con fibra curauá, presenta buenas propiedades, además, tiene la ventaja de ser moldeable.

Figura 6.

Casco para ciclistas de PU puro y PU compuesto



Fuente: Tomado a partir de Mothé & Araujo (2004)

Por todo esto, se dice que la matriz polimérica, se ha utilizado en esos últimos años para obtener nuevos materiales y así reemplazar a los que hoy en día se fabrican; cabe mencionar, que las investigaciones mencionadas tienen varias interrogantes por resolver en cuanto a las mejores las propiedades del material, sin embargo, en un principio se toma como ejemplo la elaboración de otro material.

1.3.1 Policarbonato (PC)

Es un tipo de poliéster, formado por grupos funcionales de carbono, además, es un termoplástico amorfo, es decir, tiene una baja contracción en el moldeo y hace que sea transparente (Arco, Ramírez, & Serrano, 2009).

Además, es un material, que se consigue fácilmente en centros comerciales o una ferretería, se caracteriza “por tener buena respuesta mecánica y excelentes propiedades ópticas, dado que es altamente transparente” (Hermida & Brandaleze, 2003, pág. 858); así mismo Cadena, Quiroz, Chango, & Baquero (2010) manifiestan que “el PC se utiliza ampliamente en la fabricación de materiales en contacto con alimentos, como biberones, vajillas, utensilios de horno y microondas, envases de alimentos, botellas de agua, leche y otras bebidas, también, en cubiertas para la construcción, equipos de procesamiento y tuberías de agua”(p.150).

De igual manera es un componente que posee transparencia a la luz solar, accede hasta el 90% y su constitución incita que la iluminación no sea fuerte, a causa del cristal, así mismo, se corta, dobla o extiende con facilidad y depende del diseño que se requiera, también, es un material resistente soporta un peso de 200 veces que un vidrio, esto es gracias a su procedencia que presenta una gran flexibilidad, por otro lado es duradero y liviano (Zapata, 2017), a su vez “el policarbonato posee entre las características más importantes una excelente resistencia al impacto, buena resistencia a la temperatura esterilizable, buena estabilidad dimensional, buenas propiedades dieléctricas, escasa combustibilidad, es estable frente al agua y los ácidos, es buen aislante eléctrico, y no es biodegradable” (Arco, Ramírez, & Serrano, 2009, pág. 45).

También, se utiliza principalmente en la manufactura moderna, ya a que es un termoplástico que fácilmente se moldea, trabaja y termoforma, en el mercado existen tres tipos que son los PC aveolar, PC compacto y el PC ondulado, presentan buenas características físicas de acuerdo con la norma ISO/IEC (tabla 4.) (ELAPLAS, 2016).

Tabla 4.*Propiedades físicas y mecánicas del policarbonato*

Propiedades	Métodos de ensayo ISO/(IEC)	Unidades	Valores
Color			Transparente
Densidad	1183	g/cm ³	1,2
Absorción de agua:			
Después de estar 24/96 h sumergido en agua a 23 ⁰ C	62	mg	13/23
	62	%	0,18/0,33
Hasta la saturación en aire a 23 ⁰ C / 50% HR		%	0,15
Hasta la saturación en aire a 23 ⁰ C		%	0,35
Propiedades térmicas			
Temperatura de transición vítrea		⁰ C	150
Conductividad térmica a 23 ⁰ C		W/(k-m)	0,21
Coeficiente de dilatación térmica lineal:			
Valor medio entre 23 y 60 ⁰ C		m/(m-k)	65-10 ⁶
Valor medio entre 23 y 100 ⁰ C		m/(m-k)	65-10 ⁶
Temperatura por deformación por carga:			
Por medio A: 1,8 MPa	75	⁰ C	130
Temperatura máxima de servicio en aire:			
En periodos cortos		⁰ C	135
En continuo: durante 5000/20000 h		⁰ C	125/115
Temperatura mínima de servicio:			
Inflamabilidad			-60
Índice de oxígeno	4589	%	25
Con respecto a la clasificación UL 94 (para 3/6 mm de espeso)			HB/HB
Propiedades mecánicas A 23 ⁰ C			

Ensayo de tracción			
Esfuerzo de tensión para fluencia	527	MPa	70
Elongación de la rotura			≥50
Módulo de elasticidad			2400
Ensayo de compresión			
Esfuerzo al 1/2/5% de deformación	604	MPa	18/35/72
Ensayo de fluencia a tracción			
Esfuerzo necesario para producir un 1% de deformación las 1000 h	899	MPa	17
Resistencia al impacto Charpy-sin entalla	179/1eU	kJ/m ²	Sin rotura
Resistencia al impacto Charpy- con entalla	179/1eU	kJ/m ²	9
Resistencia al impacto izod. Con entalla	180/2A	kJ/m ²	9
Dureza con bola	2039-1	N/mm ²	120
Dureza rockwell	2039-1		M75
Propiedades eléctricas A 23 °C			
Resistencia dieléctrica	60243	KV/mm	28
Resistividad volumétrica	60093	Ω-cm	10 ¹⁵
Resistividad superficial		Ω	10 ¹⁵
Permeabilidad relativa			
-a 100 Hz	60250		3
-a 1 Hz	60250		3
Factor a pérdidas dieléctricas a			
-a 100 Hz	60250		0,001
-a 1 MHz	60250		0,008
Índice corporativo de la resistencia a la descarga superficial (CTI)	60112		350(225)

Fuente: Tomado a partir de ELAPLAS (2016)

Anteriormente, se mencionó la definición y la clasificación de la matriz polimérica de los materiales compuestos, en donde el policarbonato forma parte de esta, es así que este material es óptimo para la creación de un nuevo material, a continuación, se presenta estudios que validan lo dicho.

Un estudio realizado por Pereira, Tonini, Vieira, & Neves (2017) manifiestan que, los polímeros reforzados con fibras están en progreso significativamente en el mercado, tienen un bajo costo, buenas características y propiedades mecánicas, además, son biodegradables lo que ayuda a preservar el medio ambiente; por ejemplo, el policarbonato presenta un ciclo de producción importante, se utiliza en diversos productos que se presentan en la vida cotidiana, debido a que es un polímero termoplástico que tiene excelentes características como la capacidad de moldearse con facilidad y muy ideal para la elaboración de materiales compuestos.

Es así que la investigación, se enfoca en la resistencia a la tracción y flexión de la matriz de policarbonato reforzada con fibra natural de sisal, la metodología, que se aplica en este proyecto parte de la adquisición de las fibras del sisal y el policarbonato, posteriormente, se mezclaron y trituraron los dos componentes con la utilización de un 20 % de fibra y el resto de policarbonato virgen, también, se realizó un compuesto solo de policarbonato para analizar el comportamiento de la fibra (figura 7.), para obtener las muestras, se utilizó una prensa hidráulica a 250 °C, para calentarlo y enfriarlo, se usó una prensa de tres toneladas, finalmente, se realizaron las pruebas de tracción y flexión según las normas ASTM D790 y ASTM D638, los resultados arrojados determinan que la fibra de sisal presentó un rendimiento inferior a la matriz pura de policarbonato; sin embargo, el material obtenido funciona en productos de baja resistencia.

Figura 7.

Material compuesto de fibra y puro



Fuente: Tomado a partir de Pereira, Tonini, Vieira, & Neves (2017)

En conclusión, el policarbonato tiene una gran factibilidad en la realización de los materiales compuestos en unión con diferentes tipos de fibras y de acuerdo con el estudio de Pereira et. Al, el policarbonato utilizado en la matriz de unión presenta buenas propiedades y características.

1.4 Aplicación de materiales compuestos en diseño de productos

Existen algunas áreas potenciales para la aplicación de los materiales compuestos en la elaboración de productos, ya presentan buenas propiedades técnicas y estéticas (tabla 5.).

Tabla 5.

Usos y aplicaciones de materiales de fibras de mezclilla con diversos aglutinantes

Áreas potenciales de aplicación				
Accesorios personales	Accesorios decorativos para el hogar	Accesorios de oficina	Identidad de marca y packaging	Display para punto de venta
Zapatos, lentes, relojes, accesorios para el cabello,	Mobiliario, mamparas, accesorios para baño,	Forro para agenda o cuadernos, plataformas para laptop,	Estantería, anuncios luminosos, accesorios para	Anuncios luminosos, cubiertas,

joyería, bolsos y carteras, personalización de gadgets, relojes	cancelería, manerales y herrajes, luminarias para interiores y exteriores, espejos y biombos	portafolios, maletín de mano, organizadores	escaparates, estuches, envase para productos de lujo	exhibidores y plafones
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------

Fuente: Tomado a partir de Gómez, González, Herrera, y Rosa (2017)

Al producir un material compuesto con la unión de los residuos de mezclilla y un polímero, estos materiales necesitan de un proceso de unión, que se realiza de dos maneras casi similares, la primera, se necesita de una simple prensa con diferentes laminas esto incluye procedimientos secundarios que son: cortar, pegar, lijar o la segunda consta de prensas con un molde personalizado según la forma, que se desea para el producto final. Como resultado de los productos presentan buenas propiedades, el material compuesto es liviano, impermeable al agua y debido a la orientación de las fibras, también, exhibe una mejor resistencia mecánica, además, el material compuesto, se utilizaría para cosas como encimeras, paneles decorativos, partes de automotrices, etc. (Figura 8.) (Haque, 2014).

Figura 8.

Anillo y cartera hechos con material compuesto de fibra de mezclilla residual



Fuente: Tomado a partir de Haque (2014).

Un estudio enfocado a la problemática de la acumulación y desperdicio de residuos de tela en una empresa textil, tiene como objetivo alargar la vida útil de los residuos, que se generan

diariamente y que afecta al medio ambiente; debido a esto, se realiza un material compuesto en el que se utiliza una matriz de polimetacrilato de metilo (PMMA) reciclado y la utilización del refuerzo obtenido con el deshilado del residuo textil, de esta forma existe la posibilidad de crear un nuevo material y por ende un nuevo producto, al mismo tiempo, se elaboró un muestra en la que el material resultante presento defectos debido a que el residuo textil atrapa humedad y produce burbujas en su interior, por esta razón no tiene propiedades mecánicas ni de resistencia, en un segundo intento, se elaboraron varias mezclas para la impregnación de las fibras textiles con sustancias adecuadas a la matriz de PMMA, de aquellas mezclas se escogió la que logra un material laminado sin que presente burbujas o defectos en su interior; posteriormente el material obtenido, se sometió a pruebas de: corte en laser, barrenado, termo conformado, doblado y pegado con el fin de conocer cómo se comporta el compuesto. Como resultado, se diseñó y creo una luminaria, se tomó en consideración la transparencia y estética de la matriz (figura 9.); finalmente, se demostró que es factible la elaboración de productos con el PMMA y los residuos textiles (Gómez, González, Herrera, & Rosa, 2017).

Figura 9.

Prototipo de luminaria “muro de agua”



Fuente: Tomado a partir de Gómez, González, Herrera, & Rosa (2017)

Por otra parte, la empresa Evolution, dedicada a la fabricación de pantalones de mezclilla, genera un 15% de remanentes en el proceso de corte, que equivale a 16 224 metros al año, de modo que propuso una técnica de recuperación del textil desperdiciado: en primer lugar, se cortó la tela en tamaños de 2 x 2 cm, se licuó con agua sin cardar, se mezcló con engrudo y linaza para endurecer, se creó un molde de madera que permite la obtención de piezas para formar otro producto, también, se obtuvo un resultado con la dureza y firmeza con la ayuda de un horno ayudó a que el proceso fuera más rápido, el cual, controló el secado y la humedad del mismo, es así que el resultado, se implementó en ganchos para ropa, con la imagen de la empresa (Figura 10.), este proyecto permitió generar un producto que aporta a la empresa económicamente; también, reforzar la imagen corporativa comprometida con el medio ambiente (Sierra, González, Gómez, & León, 2015).

Figura 10.

Proceso de obtención del gancho con molde



Fuente: Tomado a partir de Sierra, González, Gómez, & León (2015)

En conclusión, los materiales compuestos sirven para la elaboración en el diseño de productos, es así que, son de gran importancia y se toma como referencia los estudios mencionados, se tiene la opción de realizar varios productos, sin embargo, es necesario mencionar que en dichos estudios existe una limitada información sobre el proceso de diseño y bocetaje para obtener un producto.

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque y alcance de la investigación

El presente proyecto, se realiza con el propósito de aprovechar los residuos de mezclilla desperdiciados por las empresas del sector textil, una de las mejores herramientas para el manejo de estos residuos es la reutilización, esto permite un uso adecuado de dichos elementos, lo cual, se genera nuevas aplicaciones en productos. Por esta razón la investigación tiene un enfoque cualitativo, puesto que, se describe las características físicas y mecánicas del policarbonato y de los residuos de mezclilla para de esta manera elaborar un material compuesto, así determinar a qué producto se lo aplica.

El alcance de una investigación indica el resultado, que se obtiene a partir de ella y condiciona el método que se sigue para obtener dichos resultados, por lo que es muy importante identificar dicho alcance. En base a esta definición el tipo de alcance es exploratorio, el propósito es profundizar las propiedades, características y cómo afecta al medio ambiente los residuos de mezclilla, también, permite obtener información sobre los diferentes procesos e instrumentos, que se va a construir el material compuesto de PC y residuos de mezclilla y así identificar un método de unión de materiales, debido a que, es un estudio donde hay poca información. Además, el proyecto presenta un alcance descriptivo, mismo que permite especificar las características del material compuesto de PC y residuos de mezclilla en base a un análisis de tracción e impacto del mismo.

En cuanto al diseño de estudio es investigación-acción, el mismo que permite comprender la problemática que ocasiona el sector textil hacia el medio ambiente y hacia las personas que viven cerca de estas industrias y así establecer la mejor solución que es la reutilización de los desechos contaminantes en la aplicación de productos y así alargar la vida de ese residuo.

2.2 Población y muestra

La población está comprendida por varias probetas, obtenidas mediante la elaboración del material compuesto de PC y residuos de mezclilla, por consiguiente, la variación de cada probeta es de vital importancia dentro de la población para generar los ensayos mecánicos

antes mencionados y determinar las características exactas del material en el Centro de Fomento Metalmeccánico Carrocero.

En este trabajo, se emplea el tipo de muestra no probabilística, el cual, de acuerdo con Hernández, Fernández, & Baptista (2014) “es de gran valor, pues logra obtener los casos (personas, objetos, contextos, situaciones) que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos” (p.190), en base a esto, la muestra, consistió en generar 5 probetas por cada ensayo, que es lo mínimo bajo investigaciones y a las normas aplicada, según, se detalla en las siguiente tabla.

Tabla 6.

Características de cada muestra para ensayos de tracción e impacto

Ensayos	Normas	Dimensiones largo x ancho	Fracción volumétrica	Técnica empleada	Numero de probetas (muestra)
Tracción	ASTM D3039M-17	250 x 25 mm	80% matriz 20% refuerzo	Tipo sándwich	5
Impacto	NTE INEN ISO 179-2	127 x 12,8 mm	80% matriz 20% refuerzo	Tipo sándwich	5
Total, de población					10

Fuente: Elaboración propia

2.3 Método, Técnicas e instrumentos de investigación.

En esta investigación, se va a implementar la triangulación enfocada a tres perspectivas: la metodológica que consiste en contrastar el método para obtener el material compuesto, los datos enfocados a interpretar los ensayos a tracción e impacto del material, por último, la teórica para interpretar la información de manera más comprensible; estas perspectivas permiten ampliar y validar los resultados obtenidos durante el trabajo de campo.

Para la recolección de datos, se utiliza dos técnicas de investigación necesarias para el desarrollo conceptual del proyecto. La primera consiste en esquemas mismos que nos proporcionara de forma sintetizada las ideas principales, las ideas secundarias y los detalles

del procesamiento de la información para obtener el material compuesto. La segunda técnica es el flujograma mismo que ayudara a establecer el proceso y análisis de características del material compuesto.

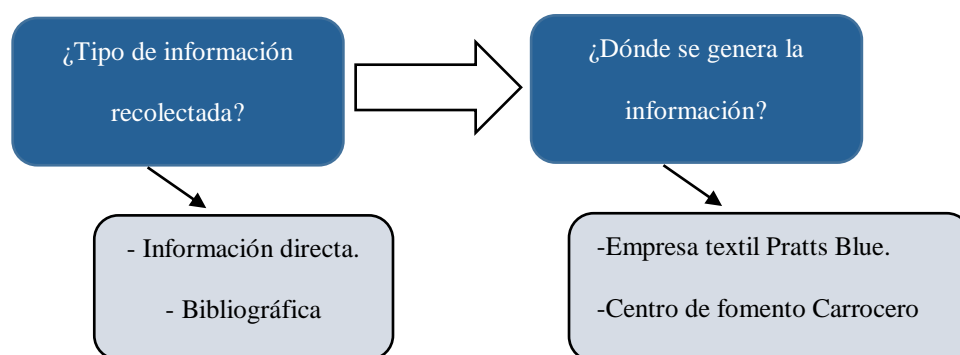
Los instrumentos de investigación son estructurados de tal manera que la información obtenida sea de una manera amplia y concreta, así mismo, se analizó para cumplir con los objetivos específicos y se estructuro mediante la variable dependiente e independiente.

2.4 Plan de procesamiento y análisis de la información

Para una correcta recolección de información y un posterior análisis del mismo es necesario plantear las siguientes preguntas (figura 11.).

Figura 11.

Esquema de recolección de información



Fuente: Elaboración propia

La información requerida para la presente investigación, se obtuvo en la empresa “Pratts Blue” misma que es una empresa familiar, ubicada en el cantón Pelileo en la provincia de Tungurahua, dicha empresa ha trabajado desde 1998 en la elaboración de prendas de vestir en moda femenina con el manejo de telas de mezclilla, lo que permite brindar la mejor calidad para la mujer tungurahense, esta empresa genera una gran cantidad de residuos desde el inicio de confección hasta la inspección final de calidad, lo cual, produce como consecuencia una contaminación ambiental. Además, se adquirió información del resultado de los ensayos realizados en las máquinas del Centro de Fomento Carrocero, por observación directa y así realizar el material compuesto e interpretar sus características.

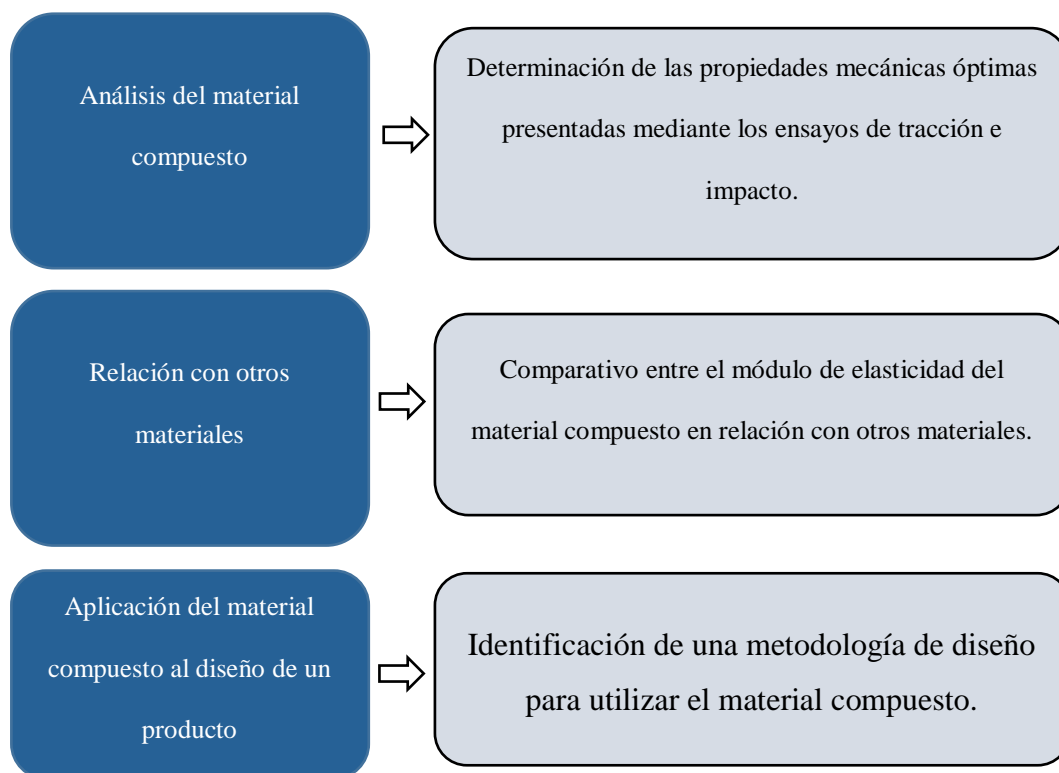
Por otra parte, la información proporcionada de los libros facilito la interpretación técnica de la información recolectada y puesta en marcha para la caracterización y cumplimiento de los objetivos planteados.

2.4.1 Plan de análisis de los resultados

Para un correcto procesamiento de la información, después de haber obtenido el material compuesto es importante seguir la siguiente cronología (figura 12.), para así aplicarlo a un producto.

Figura 12.

Esquema del plan de análisis de resultados



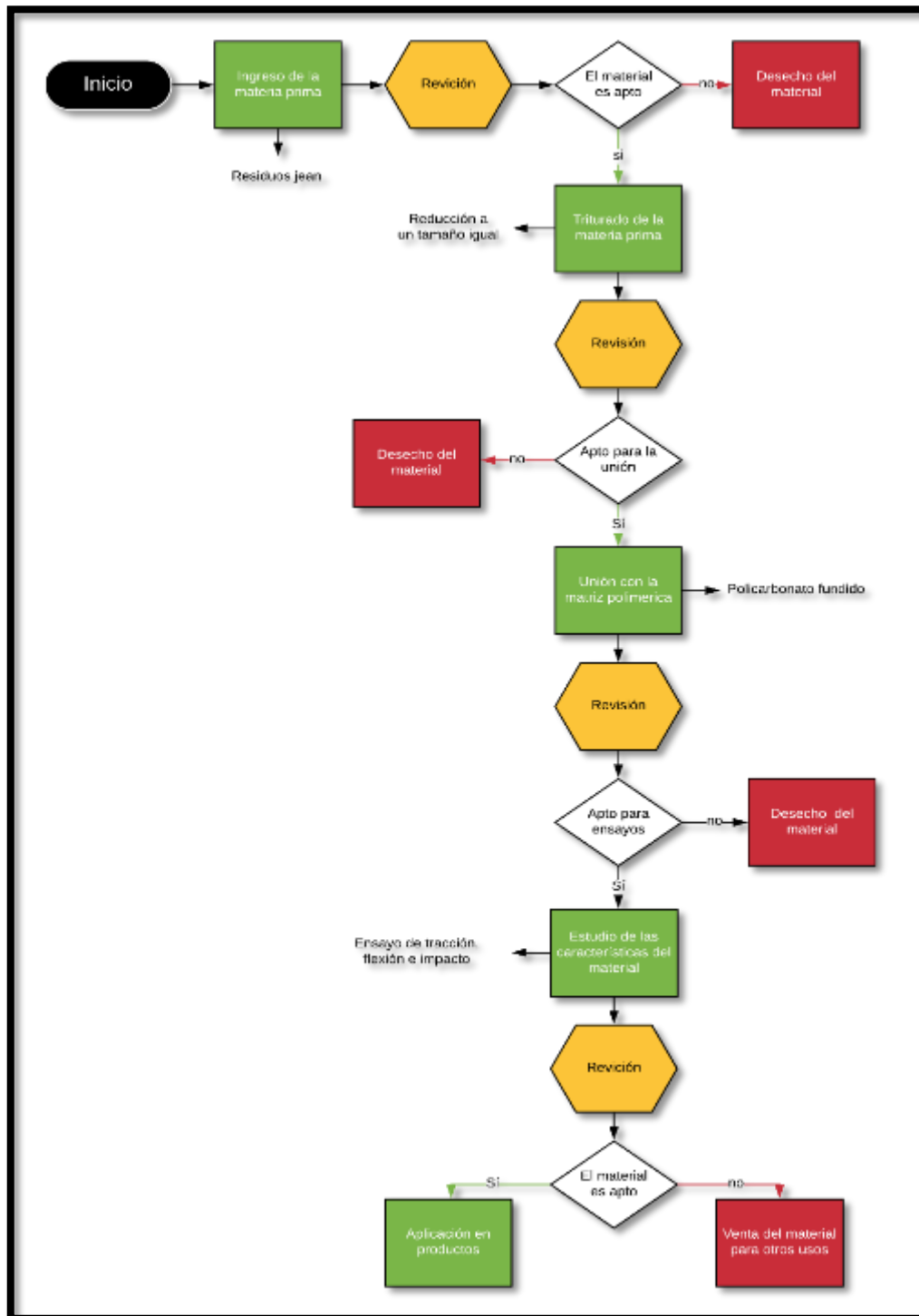
Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Determinación de la elaboración del material compuesto

Para determinar los procesos de una manera general se utiliza el flujograma que tiene como objetivo determinar acciones que implican un proceso, en este caso ayudara a la obtención del material compuesto (figura 13.).

Figura 13.

Flujo grama de procesos



Fuente: Elaboración propia

2.5 Propuesta de investigación

En cuanto a la metodología para el cumplimiento de la propuesta de investigación, se aplica de modelo de diseño propuesto por Pahl & Beitz (2007), se compone de cuatro etapas las que son: clarificación y planificación, diseño conceptual, realización y el diseño de detalle (tabla 7.) (Baez et al., 2018). Se opto por seleccionar este método de investigación, las etapas permiten complementar y responder a las características teóricas que requiere el enfoque cualitativo ya planteado y además, que se cumpla con el desarrollo de la investigación y el alcance de los objetivos proyectados.

Tabla 7.

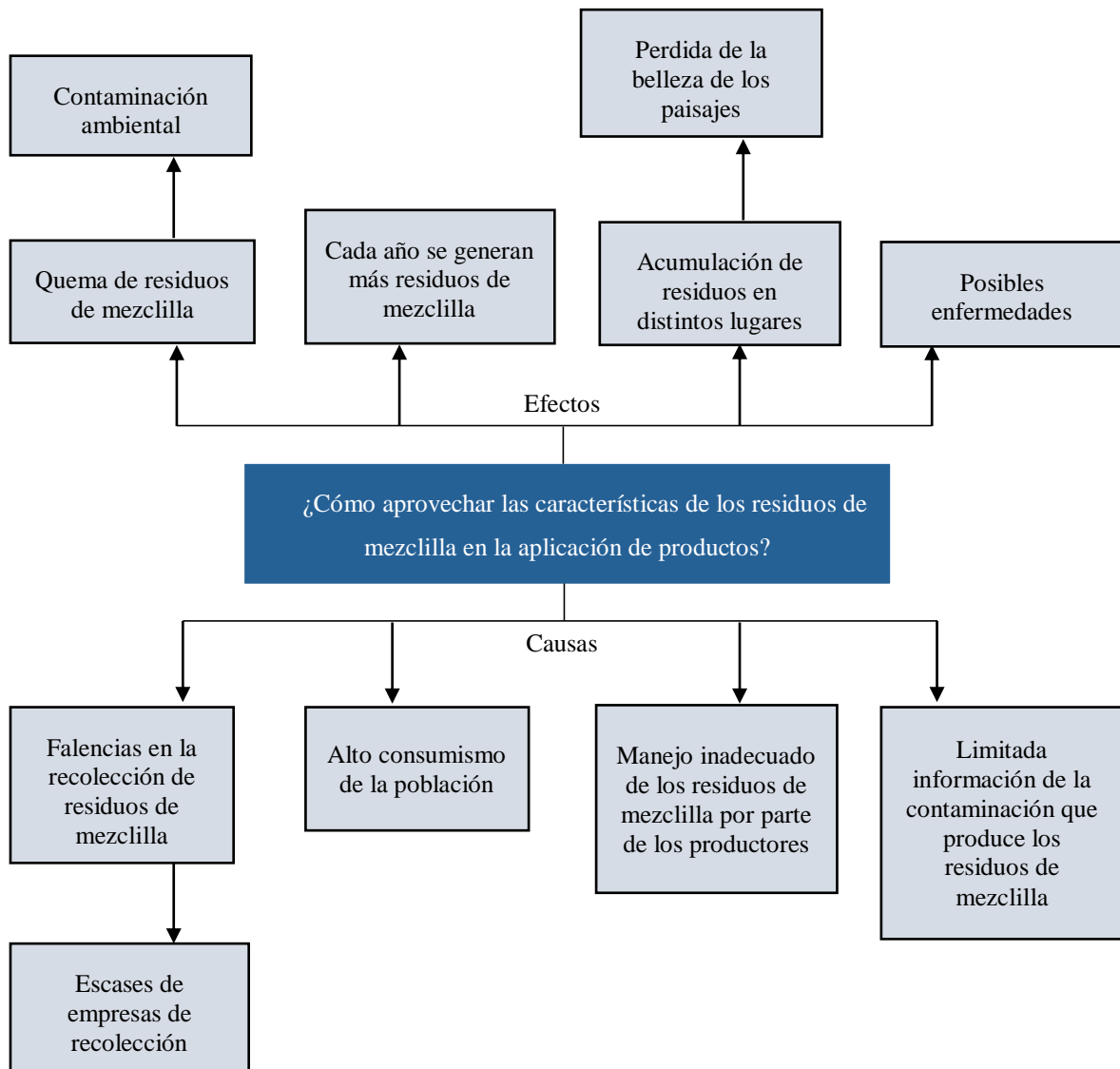
Metodología de diseño de Pahl & Beitz (2007)

Etapa	Características
Clarificación y planificación	Se centra en la definición del proyecto, el análisis de mercado y el desarrollo de una lista de especificaciones que el producto va abordar.
Diseño conceptual	Conduce a un concepto del producto, que conlleva a la forma en la arquitectura del producto.
Realización	Los diseñadores terminan el diseño general, los diseños de forma preliminar, formas y materiales de los componentes
Diseño de detalle	Se utiliza para generar la documentación final del producto, que sirve como referencia de la fabricación.

Fuente: Tomado a partir de (Baez et al., (2018)

2.5.1 Clarificación y planificación

Según Pahl & Beitz (2007), la clarificación y planificación es la primera fase del proceso de diseño, para definir el proyecto es necesario conocer cuál es el problema a resolver. En tal sentido, la problemática planteada en el presente proyecto de investigación, se describe mediante un árbol de problemas (figura 14.), donde, se establecen las causas y efectos que determinan la problemática.

Figura 14.*Planteamiento del problema*

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.1 Clarificación

En cuanto a la fase de clarificación del proyecto, se utiliza la matriz de marco lógico (tabla 8.), la cual, nos permite registrar en forma resumida la información y actividades sobre el proyecto propuesto.

Tabla 8.*Matriz de marco lógico*

Jerarquía de objetivos	Metas	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Fin	Reducir el impacto ambiental que producen los residuos de mezclilla	Reducir el aumento de residuos de mezclilla en las empresas textiles	Empresa Pratts Blue	Disminución considerable de los residuos de mezclilla
Propósito	Aprovechar las características de los residuos de mezclilla en la creación de un material compuesto	Dar una vida útil a los residuos de mezclilla	Empresa Pratts Blue	Acuerdo de colaboración con la empresa Pratts blue
Resultado	Diseñar un producto a partir del material compuesto de matriz de Policarbonato (PC) reforzados con los residuos de mezclilla	Identificar a que producto se le aplica el material compuesto	Rubrica de evaluación del diseño del producto	Altos índices de acogida de la iniciativa de aprovechamiento de los residuos
Acciones	Construir el material compuesto Análisis del material	Material compuesto 171 \$ Análisis del material 121, 69 \$	Comprobante de pago	Disminución de la contaminación y mala disposición

Fuente: Elaboración propia

El presente proyecto, se realiza con la finalidad de aprovechar los residuos de mezclilla desperdiciados por las empresas del sector textil, una de las mejores herramientas para el manejo de estos residuos es la reutilización, esto permite un uso adecuado de dichos elementos, lo cual, se generan nuevas aplicaciones en productos; por esta razón, se elaboró

de un material compuesto de matriz de PC y el refuerzo de residuos de mezclilla, dicho material presento buenas características mecánicas y físicas en relación a otros materiales (tabla 12., 13, 14.), lo cual, permite aplicarlo en un producto.

Por otro lado, se manejaron tablas de análisis de soluciones existentes, la cual, sirve para investigar productos enfocados en solucionar una problemática similar a la proyectada en el presente proyecto de investigación. En estas tablas, se consideró algunas características y elementos que son de gran importancia para el desarrollo de la propuesta de diseño (anexo 1, 2,3). Además, se describe a modo de conclusión un análisis de las soluciones existentes investigadas (tabla 9).

Tabla 9.

Análisis de soluciones existentes

Conclusiones del análisis de soluciones existentes
¿Qué características son más comunes en las propuestas de diseño?
La característica más común es la utilización del material compuesto a un producto, mas no al proceso de diseño del mismo, además, de la ergonomía visual al combinar el producto con otros materiales.
¿Qué características son menos comunes en las propuestas de diseño?
La implementación de un proceso de diseño.
¿Qué características permiten diferenciar nuestra propuesta de las soluciones existentes?
La propuesta tiene un proceso de diseño conceptual que permite crear un producto visualmente nuevo y atractivo.
¿Cuáles son los puntos fuertes?
En las propuestas analizadas, se pudo notar que cada una de ellas ha sido trabajada en base a la problemática medioambiental y buscan la manera de reducir el impacto ambiental que producen los residuos de mezclilla.
¿Cuáles son los puntos débiles?
Las propuestas todavía no han sido comercializadas aun en el mercado, la realizan de una forma artesanal. Se tiene que realizar más pruebas mecánicas del material compuesto aplicado. También, la aplicación del material compuesto a más productos.

Fuente: Elaboración propia

2.5.1.2 Planificación

La planificación tiene como objetivo plantear las necesidades y requerimientos del producto, está dividida en características de diseño, estas son funcionalidad, uso, estructural, formal, material, social, el proyecto de evaluación es mínima, el objetivo es la aplicación del material compuesto en un producto, se valora las necesidades más importantes con una puntuación de uno, dos neutrales y tres las de menor importancia (tabla 10.).

Tabla 10.

Lista de necesidades

Necesidad	Imp.
Funcionales:	
Permitir que utilice cualquier persona.	1
Material resistente al peso	2
Materiales livianos para la movilidad del mobiliario	3
Uso:	
Fácil de usar	3
Producto con buenos acabados	1
Utilizar en cualquier lugar	3
Estructurales:	
Que no sea una estructura pesada (ligero)	1
Estructuras sencillas y fáciles de entender	1
Fácil de usar	2
Formal:	
Manejo de tendencia	1
Colores aplicados generaran armonía	3
Complementar con una estructura mixta	1
Materiales:	
La utilización del material compuesto.	1
Resistente	1

Social:	
Uso de materia prima que no haga daño al medio ambiente.	1
Generar nuevos productos con el material compuesto	3
Realizar un mobiliario cómodo	3

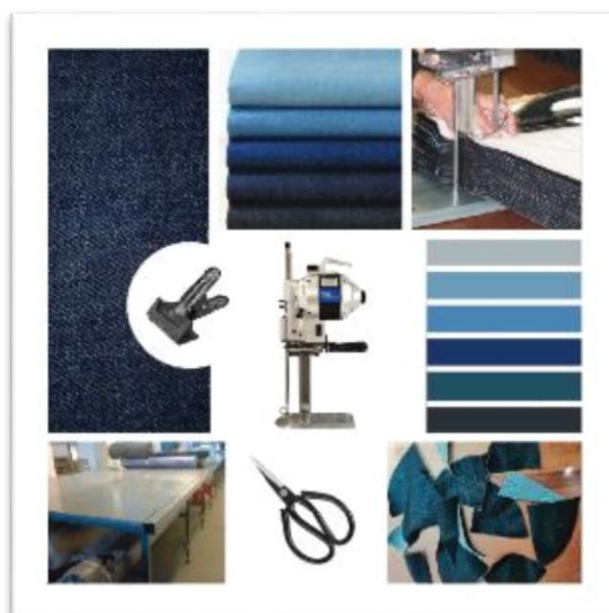
Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Diseño conceptual

Esta etapa tiene el propósito de crear el concepto de diseño, se desarrolla el proceso creativo de resolución de problemas, capacitado por el conocimiento humano, la creatividad y el razonamiento, en esta fase se especifica el desarrollo de diseño del producto, lo cual, se utiliza como herramienta creativa el moodboard, mismo que consiste en una visualización de imágenes, que ayuda a preparar el cerebro para la fase de ideación del proyecto (figura 15.); además, ayuda al diseñador a tener una guía morfológica, estructural y funcional. El proyecto busca la reutilización de los desechos que producen las empresas textiles, mediante esta información, se ha pensado colocar los elementos que componen el proceso donde se generan la mayor cantidad de residuos de mezclilla.

Figura 15.

Moodboard




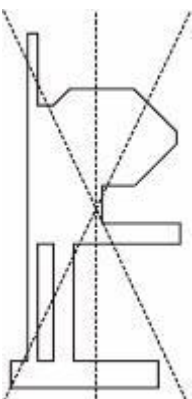
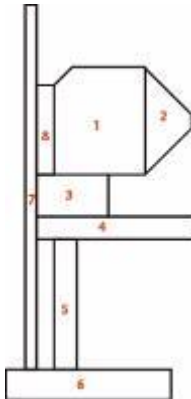
Fuente: Elaboración propia

Proceso morfológico

Para llevar a cabo el proceso morfológico, se utiliza como motivo gestor la máquina de corte, es la responsable de generar los residuos de mezclilla.

Tabla 11.

Proceso morfológico

Motivo gestor	Matriz geométrica irregular	Formas geométricas
		

Fuente: Elaboración propia

2.5.3 Realización

En este proceso los diseñadores presentan las propuestas de diseño en base al diseño conceptual presentado, se toma como referencia tres formas geométricas, en cuanto a lo que se refiere al diseño del producto; así mismo, se aplicaran la interrelación de formas que son: distanciamiento, toque, superposición, penetración, unión, sustracción, intersección, coincidencia y transparencia, las mismas ayudaran a establecer la forma del producto.

Se definieron 3 tipos de muebles (figura 29, 30, 31), el material compuesto presenta buenas características de resistencia, dureza y elasticidad similares a materiales ya existentes (tabla 18.); además, se toma en consideración la transparencia de la matriz y la dispersión de la fase textil, lo cual, potencializa las cualidades estéticas y a su vez, por tratarse de objetos de un largo ciclo de vida, revalorizan los desechos integrados en el nuevo material.

2.5.4 Diseño de detalle

Al finalizar la fase de la realización, progresivamente, se inicia el diseño de detalle, mismo que comprende el diseño de subsistemas y componentes que integran el producto, además, se define aspectos como dimensiones, ensambles, materiales y acabados, el proyecto está relacionado con aspectos industriales y es necesario establecer los pasos, que se cumple para la construcción.

El objetivo del diseño de detalle persigue mejorar las propiedades del producto tanto en funcionalidad como en estética, así como su coste. Para este propósito, la Ingeniería de Diseño emplea actividades en apoyo a los procesos y herramientas de diseño del producto.

Se presenta las fichas técnicas de perspectivas y vistas (ficha técnica 32, 33, 34), además, como herramientas para cumplir este proceso, se utilizan programas de modelado 3D (figura 35, 36, 37).

CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Desarrollo del material compuesto de PC – residuos de mezclilla

Con los procesos y conocimientos adquiridos se procede al desarrollo del material compuesto de PC y residuos de mezclilla.

3.1.1 Materiales

Obtención de los residuos de mezclilla

Los residuos de mezclilla, se obtienen al fabricar una prenda vestir mediante el proceso de corte de la tela, mismo que es desechado por varias empresas. Los residuos a emplear en este proyecto, se obtuvieron de la empresa textil “Pratts Blue” ubicada en el Cantón Pelileo (figura 16.), presenta una composición de 22% de poliéster, 2% de elastano y 76% de algodón.

Figura 16.

Residuos de mezclilla



Fuente: Elaboración propia

Obtención del policarbonato

El policarbonato es un tipo de poliéster, formado por grupos funcionales de carbono, además, es un termoplástico amorfo que tiene una baja contracción en el moldeo y hace que sea vea transparente. (Arco, Ramírez, & Serrano, 2009), (Figura 17.), el policarbonato cumple la función de matriz en el material compuesto.

Figura 17.*Policarbonato ondulado de 2 mm*

Fuente: Elaboración propia

Obtención de cera desmoldante

La cera desmoldante es especialmente formulada para generar una película aislante entre el molde y el material compuesto, da la facilidad en el despegue, así como el lustre del molde o matriz. (figura 18.).

Figura 18.*Cera desmoldante*

Fuente: Elaboración propia

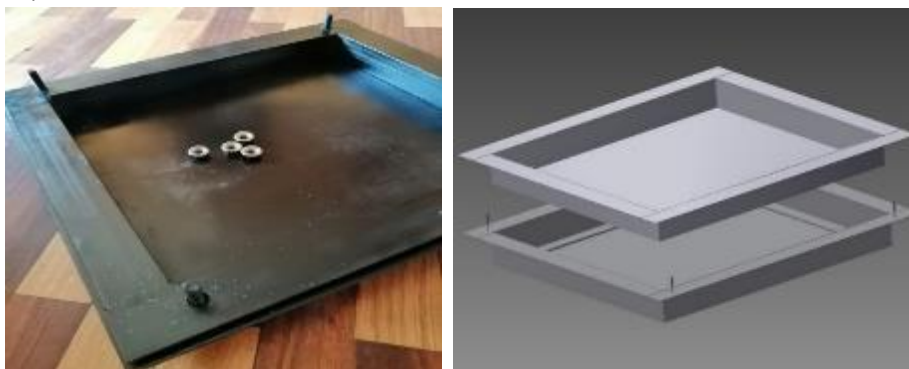
3.1.2 Construcción del molde para unión de los materiales

El molde fue construido en acero inoxidable, mismo, que se define como una aleación de acero (con un mínimo del 10 % al 12 % de cromo contenido en masa), fue diseñado bajo

los requerimientos de las normas ASTM para tracción e impacto (figura 19.), se tiene un espacio total de trabajo especificado en la (tabla 12.).

Figura 19.

Molde macho y hembra



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Dimensiones del molde

Dimensiones	
Largo	40 cm
Ancho	30 cm
Profundidad	0.4 cm
Volumen	480 cm ³

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Método para la obtención del material compuesto

Trituración

El desarrollo para obtener el material compuesto, inicia con el proceso de trituración de los residuos de mezclilla (figura 20.) con el fin de igualar a un solo tamaño y así conseguir las fibras que actúan como refuerzo en el material compuesto, para dicho proceso, se corta en pequeños trozos, para posteriormente ponerlos en una licuadora casera a una velocidad media y así obtener igualdad en los residuos.

Figura 20.

Residuos de mezclilla triturados



Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se tritura el policarbonato para reducirlos a un tamaño, que se utilice en el molde (figura 21.), dicho proceso, se lo realizó en una máquina trituradora de plásticos reciclados que se ubica en la empresa “PROPLASTIC MAXMETAL”.

Figura 21.

Policarbonato triturado



Fuente: Elaboración propia

Limpieza del molde

Consiste en eliminar toda clase de impurezas, porque esto probablemente ocasionaría irregularidades en las caras de las probetas (figura 22.).

Figura 22.*Limpieza del molde*

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de cera desmoldante

Este proceso cumple una labor importante debido a la cera desmoldante no permite que el material compuesto, se adhiera al molde; además, la cera tiene que colocarse en el molde macho y hembra (figura 23.).

Figura 23.*Aplicación cera desmoldante*

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la matriz y el refuerzo en el molde

Para realizar este proceso, se tomó como referencia el proyecto de Pereira et. al (2017), en la experimentación utilizaron una fracción volumétrica de 80% de la matriz polimérica y un 20% de la fibra y así obtuvieron un material compuesto que presenta buenas propiedades y características. Así mismo, en el presente proyecto se utiliza un 80% de la matriz polimérica conformada de policarbonato y un 20% del refuerzo que son los residuos de mezclilla, además, se utiliza la técnica sándwich para unir los dos componentes, mismo que consiste en colocar un porcentaje del policarbonato, luego, se colca la fibra y al final el restante de

policarbonato. Para determinar la cantidad de policarbonato y residuos de mezclilla que contiene el material compuesto, se realiza el siguiente procedimiento:

Determinación de la densidad del policarbonato y de los residuos de mezclilla

Según manifiesta ELAPLAS (2016), la densidad del policarbonato es de $1,2 \text{ g/cm}^3$ (tabla 4.). Por el contrario, para determinar la densidad de los residuos de mezclilla, se realizó el proceso de gravimetría, con la utilización de un vaso de precipitación marca Test de 250ml y agua destilada (figura 24.).

Figura 24.

Vaso de precipitación, agua destilada y proceso de gravimetría



Fuente: Elaboración propia

Este proceso, se realizó con 3 tipos de muestras, en los cuales varia la masa de los residuos, se mantiene la constante del volumen del agua destilada y para determinar la densidad, se utilizó la ecuación 1:

$$\delta = \frac{m}{v} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

δ = Densidad

m = Masa

v = Volumen

La densidad promedio de los residuos de mezclilla es de $0,23 \text{ g/cm}^3$, que se observa en la (tabla 13).

Tabla 13.*Densidad promedio de los residuos de mezclilla*

Densidad de los residuos de mezclilla					
Muestra	Masa (g)	V ₀ (cm ³)	V _f (cm ³)	ΔV (cm ³)	δ (g/cm ³)
1	2,6	150	161,5	11,5	0,23
2	2,8	150	162,1	12,1	0,23
3	3	150	163,2	13,2	0,23
Densidad promedio					0,23

Fuente: Elaboración propia

Cálculos para la fracción volumétrica 80% matriz de policarbonato, 20% refuerzo de residuos de mezclilla

Para llevar a cabo los cálculos, se necesita datos previos determinados entre ellos la densidad de la matriz de policarbonato, densidad del refuerzo de residuos de mezclilla, volumen del molde, estos especificados en la tabla 4, 8 y 9 respectivamente.

Cálculo de la fracción volumétrica de la matriz:

$$V_m = V_{molde} * f_m \quad \text{Ecuación 2.}$$

Donde:V_m = volumen de la matrizf_m = fracción volumétrica de la matrizV_{molde} = fracción volumétrica de la matriz**Datos:**

$$V_{molde} = 480 \text{ cm}^3$$

$$f_m = 0,80$$

$$\delta_{matriz} = 1,2 \frac{g}{cm^3}$$

Desarrollo de los cálculos:

$$V_m = 384 \text{ cm}^3$$

$$m_m = \delta_{matriz} * V_m \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

m_m = masa de la matriz

δ_{matriz} = densidad de la matriz

V_m = volumen de la matriz

Desarrollo de los cálculos:

$$m_m = 460,8 \text{ g}$$

Cálculo de la fracción volumétrica del refuerzo:

$$V_r = V_{molde} * f_r \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

V_r = volumen de la matriz

f_r = fracción volumétrica de la matriz

V_{molde} = fracción volumétrica de la matriz

Datos:

$$V_{molde} = 480 \text{ cm}^3$$

$$f_r = 0,20$$

$$\delta_{refuerzo} = 0,23 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Desarrollo de cálculos:

$$V_r = 96 \text{ cm}^3$$

$$m_r = \delta_{refuerzo} * V_r \quad \text{Ecuación 5.}$$

Donde:

m_r = masa del refuerzo

$\delta_{refuerzo}$ = densidad de la matriz

V_r = volumen del refuerzo

Desarrollo de cálculos:

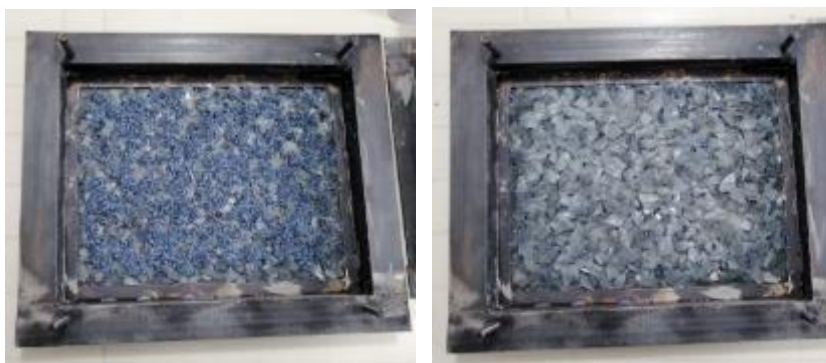
$$m_r = 22,08 \text{ g}$$

Aplicación de los porcentajes de policarbonato y residuos de mezclilla en el molde mediante la técnica del sándwich.

En primer lugar, se coloca el 40% del policarbonato, luego, se emplea el 20% de los residuos de mezclilla, por último, se coloca el 40% de policarbonato y así emplear el 100% correspondiente al volumen del molde (figura 25.).

Figura 25.

Aplicación de la matriz y refuerzo en el molde



Fuente: Elaboración propia

Compactación del molde

Después de emplear los porcentajes adecuados de policarbonato y residuos de mezclilla en el molde, se coloca la placa superior y se ajusta las tuercas en forma diagonal para tener una correcta uniformidad y mejor compactación del material compuesto (figura 26.), posteriormente el molde, se colocó en un horno con una temperatura constante de 150 °C en

base a la tabla 1.2, en tiempo durante aproximado de 2 horas para que los dos componentes, se unan adecuadamente (figura 27.).

Figura 26.

Compactación del molde



Fuente: Elaboración propia

Figura 27.

Molde a una temperatura de 150 °C



Fuente: Elaboración propia

Desmoldeo del material compuesto

Una vez transcurridas las 2 horas en el horno, se procedió a retirar el molde para el proceso de enfriamiento, que se lo realizo durante 1 hora, luego, se procedió a desajustar las tuercas para retirar la placa superior para así obtener el material compuesto (figura 28.).

Figura 28.

Desmoldeo del material compuesto



Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Obtención de probetas del material compuesto

Para conocer las propiedades físicas y mecánicas del material compuesto, se utiliza probetas basadas en la norma ASTM D3039 (ensayo de tracción), NTE INEN ISO 179-2 (ensayo de impacto) (tabla 5), las cuales, proporcionan las medidas y la cantidad de probetas necesarias a realizarse; en este punto, el material compuesto obtenido, se procede a trazar y cortar las dimensiones requeridas por las normas ya mencionadas y así obtener los cortes exactos (figura 29.), con la utilización una sierra eléctrica.

Figura 29.

Probetas del material compuesto



Fuente: Elaboración propia

Los ensayos de tracción e impacto, se realizaron en el Centro de Fomento Metalmeccánico Carrocero ubicado en la ciudad de Ambato, se utilizaron las maquinaria necesaria que dispone dicha empresa.


3.1.5 Análisis los resultados en el Centro de Fomento Metalmecánico Carrocero

A continuación, se presenta las siguientes tablas de datos con los resultados de las características mecánicas del material compuesto en los ensayos a tracción e impacto, a las cuales, fueron sometidas las probetas.

Tabla 14.

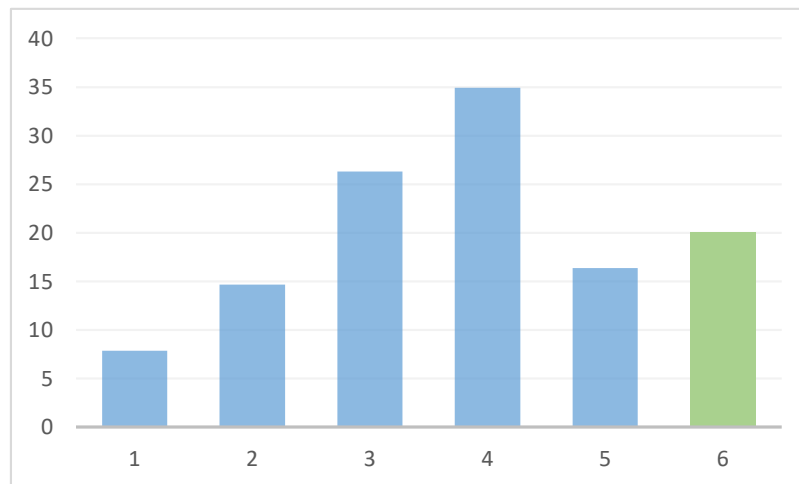
Recolección de datos de ensayo a tracción

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
Ensayo de tracción			
Datos informativos:			
<i>Lugar:</i>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero.		
<i>Fecha:</i>	Ambato, 28-enero-2021		
<i>Tipo de máquina:</i>	Máquina de ensayos universal Metrotec 1500KN, modelo STH-1500/CS, serie 8802M001		
<i>Método de ensayo:</i>	ASTM D3039/D3039-17		
<i>Realizó:</i>	<i>Revisó:</i>	<i>Aprobó:</i>	
Ronald Paredes	Ing. Fernando Tibán	Ing. Jorge Rodas B. MEng.	
Parámetros de ensayo:			
<i>Matriz:</i>	Policarbonato	<i>Fracción volumétrica:</i>	80%
<i>Refuerzo:</i>	Residuos de mezclilla	<i>Fracción volumétrica:</i>	20%
<i>Número de probetas:</i>	5	<i>Dimensión de probetas:</i>	250 mm*25 mm
<i>Velocidad de ensayo:</i>	5 mm/min, precarga 0,01N	<i>Espesor promedio:</i>	3,82 mm
<i>Temperatura:</i>	21,1 °C	<i>Humedad relativa del ambiente:</i>	58,3 %

Tabulación de resultados:						
<i>N° Probeta</i>	<i>Fuerza máxima (N)</i>	<i>Esfuerzo máximo de tracción (MPa)</i>	<i>Módulo de elasticidad (Calculado)(MPa)</i>	<i>Desplazamiento mm.</i>	<i>% Elongación (Calculado)</i>	<i>Tipo de falla evaluado</i>
1	700,00	7,89	903,12	1,311	0,874	LGM
2	1700,00	14,69	1138,26	1,936	1,291	AGM
3	2450,00	26,34	1358,43	2,908	1,939	LGM
4	3500,00	34,91	1897,51	2,760	1,840	AGB
5	1450,00	16,37	1334,52	1,840	1,227	AGB
Promedio X	1960,000	20,041	1326,369	2,151	1,434	-
Desviación estándar Sn.1	1063,837	10,612	368,044	0,669	0,446	-
Coefficiente de variación CV	54,277	52,954	27,748	31,121	31,121	-
Fotografía del ensayo:						
<p>Figura 30. <i>Fotografía del ensayo a tracción</i></p> 						
Fuente: Elaboración propia						

Gráficos de resultados:**Gráfico 1.**

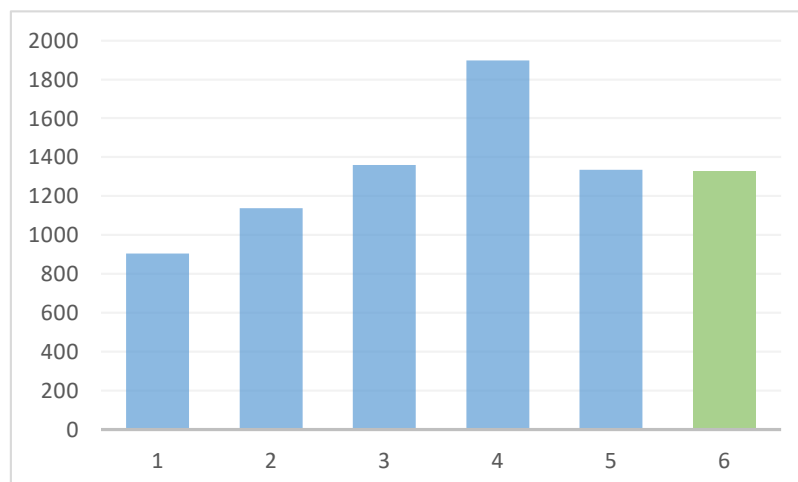
Esfuerzo máximo de tracción (MPa)



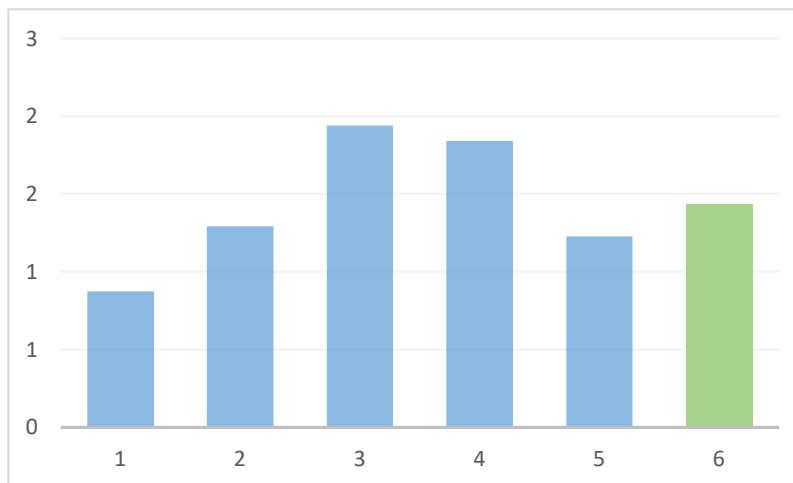
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2.

Módulo de elasticidad (MPa)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.*Elongación (%)*

Fuente : Elaboración propia

Nomeclatura:					
Tipo de falla evaluado según la norma ASTM D3039-2017					
Primer carácter	Tipo de falla	Segundo caracter	Área en la falla	Tercer carácter	Localización de la falla
L	Lateral	A	En el agarre	T	Parte superior
X	Explosiva	I	Dentro del agarre	B	Parte inferior
A	Angular	G	Zona calibrada	M	Medio
Evaluación:					
Ezfuero de ruptura promedio			20,041 MPa		
Módulo de elasticidad promedio			1326,369 MPa		
Espesor promedio			3,82 mm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

Recolección de datos de ensayo de impacto

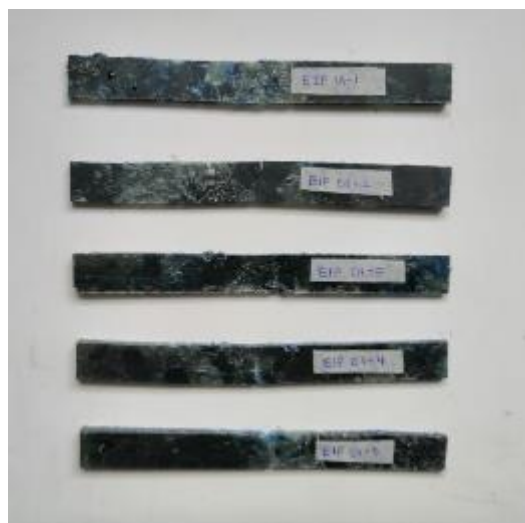
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR - INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
Ensayo de impacto			
Datos informativos:			
<i>Lugar:</i>	Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero.		
<i>Fecha:</i>	Ambato, 29-enero-2021		
<i>Tipo de máquina:</i>	Máquina de ensayo impacto Charpy, modelo IC-25/IA, serie 1986M002		
<i>Método de ensayo:</i>	NTE INEN ISO 179-2:2014 Plásticos.		
<i>Realizó:</i>	<i>Revisó:</i>	<i>Aprobó:</i>	
Ronald Paredes	Ing. Fernando Tibán	Ing. Jorge Rodas B. MEng.	
Parámetros de ensayo:			
<i>Matriz:</i>	Policarbonato	<i>Fracción volumétrica:</i>	80%
<i>Refuerzo:</i>	Residuos de mezclilla	<i>Fracción volumétrica:</i>	20%
<i>Número de probetas:</i>	5	<i>Dimensión de probetas:</i>	127mm*12,8mm
<i>Distancia entre yunques:</i>	62mm, sin muesca	<i>Espesor promedio:</i>	3,44 mm
<i>Temperatura:</i>	22,01 °C	<i>Humedad relativa:</i>	57,8 %
Tabulación de resultados:			
<i>N° Probeta</i>	<i>Energía de ruptura (J)</i>	<i>Resistencia al impacto (J/m)</i>	<i>Resistencia al impacto, (KJ/m²)</i>
1	0,659	51,727	15,169

2	0,509	40,916	11,624
3	0,502	37,407	11,200
4	0,283	20,642	6,053
5	0,310	22,711	6,397
Promedio X	0,453	34,681	10,089
Desviación estándar Sn-1	0,156	13,012	3,851
Coefficiente de variación CV	34,463	37,520	38,169

Fotografía del ensayo:

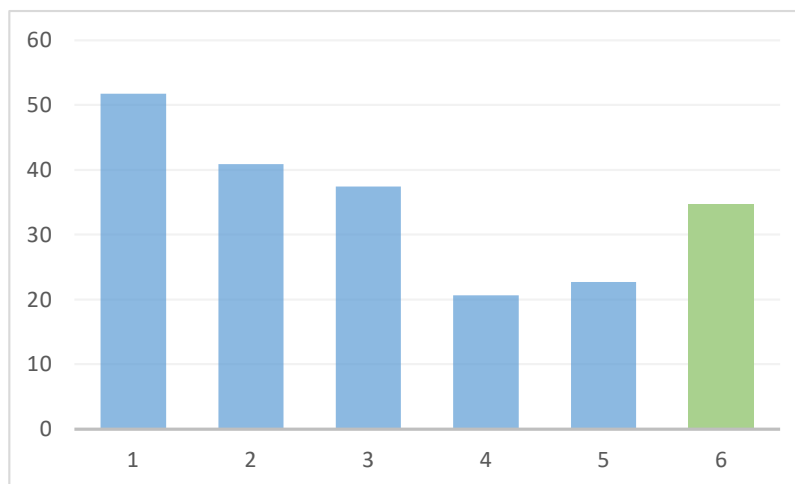
Figura 31.

Fotografía del ensayo a impacto

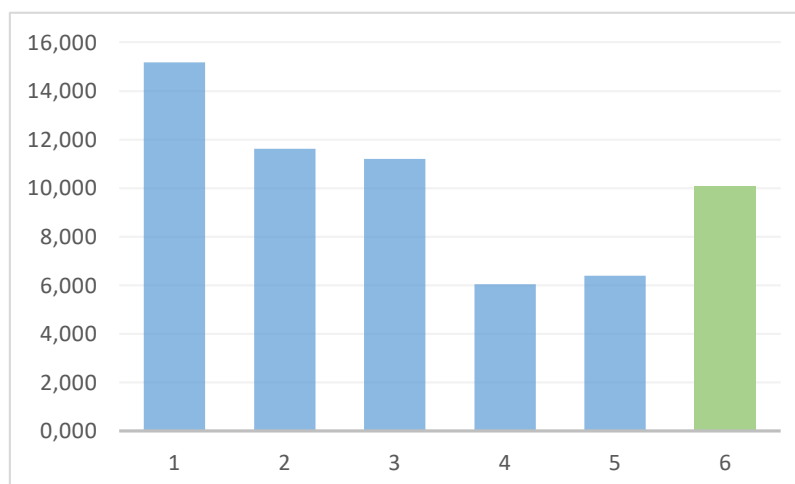


Fuente: Elaboración propia

Gráficas de resultados:

Gráfico 4.*Resistencia al impacto (J/m)*

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.*Resistencia al impacto (KJ/m²)*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación:

Energía de ruptura promedio	0,453 J
Resistencia al impacto promedio	34,681 J/m
Espesor promedio	3,44 mm

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos en los ensayos de tracción e impacto se muestran, a continuación, en la siguiente ficha técnica, para facilitar la evaluación material compuesto.

Tabla 16.

Tabla de resultados de ensayos de tracción e impacto

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR - INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL			
Análisis de resultados de las características mecánicas del material compuesto			
Familia de probetas	Tracción (MPa)		Impacto (J)
	Esfuerzo de ruptura	Módulo de elasticidad	Energía máxima al impacto
1	20,041	1326,369	0,453

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla de datos con las características físicas del material compuesto.

Tabla 17.

Características físicas del material compuesto

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR - INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL	
Características físicas del material compuesto	
Estado físico	Sólido
Color	Azul oscuro transparente
Textura	Lisa

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Relación del módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es una propiedad mecánica fundamental en el estudio, caracterización y aplicación de los materiales, mismo que es determinado por medio de métodos mecánicos que consisten en aplicar una fuerza que expanda a la muestra, de tal manera, que se produzca una deformación parcial o imparcial. Conocer el módulo de elasticidad de un material es de gran importancia en la actualidad debido a que juegan un papel importante para el diseño de puentes, edificios o creación de productos, etc. (Narea, Rivas, & Muñoz, 2008). A continuación, se presenta la relación del módulo de elasticidad del material compuesto elaborado con otros tipos de materiales (Tabla 18.).

Tabla 18.

Relación del material compuesto con otros materiales

Material	Módulo de elasticidad (MPa)	Producto
Material compuesto policarbonato – residuos de mezclilla	1326,369	-----
Polietileno (PE)	1000	<p>Bolsas de plástico de todo tipo.</p> <p>Cables, hilos, tuberías.</p> <p>Contenedores herméticos de uso casero.</p> <p>Plástico de cocina</p> <p>Biberones, juguetes, base para pañales desechables.</p> <p>Envases de detergentes, champú, lejía, etc.</p> <p>Láminas para envasado de alimentos, fármacos y productos agroindustriales.</p> <p>Tuberías para riego.</p> <p>Pomos, tubos, recubrimientos.</p> <p>Piezas mecánicas, guías de cadena.</p> <p>Cubos de agua y tambores.</p>

		<p>Recubrimiento de lagunas, canales, depósitos de agua, etc.</p> <p>Fabricación de compuesto de harina de madera.</p> <p>Materia prima para rotomoldeo.</p>
<p>Polimetilpenteno (PMP)</p>	1000	<p>Componentes de equipamiento de laboratorio.</p> <p>Piezas de equipos médicos.</p> <p>Componentes de microondas.</p> <p>Componentes eléctricos y electrónicos.</p> <p>Dispositivos acústicos.</p> <p>Diafragmas de altoparlantes.</p> <p>Cubierta de transductor de sonar.</p> <p>Piezas estructurales livianas.</p>
<p>Politetrafluoroetileno (PTFE)</p>	700	<p>Aplicación como recubrimiento en utensilios para alimentación.</p> <p>Aplicación como recubrimiento en la industria manufacturera.</p> <p>Industria de la fabricación de moldes metálicos.</p> <p>Industria textil, gráfica, química, automoción y tornillería.</p>
<p>Tecaform AH SD</p>	1300	<p>Material perfecto para productos y aplicaciones de la industria electrónica.</p> <p>tecnología semiconductora</p> <p>tecnología química</p> <p>Industria de la Alimentación</p> <p>Ingeniería mecánica</p>
<p>Madera conífera</p>	1000	<p>Sillas</p> <p>Mesas</p> <p>Muebles</p>

Fuente: Tomado a partir de Ensinger & Reber (1966).

3.1.7 Fichas de costo del material compuesto

Tabla 19.

Costos de elaboración del material compuesto

Material	Costo (\$)
Molde para unión de materiales	140
Cera desmoldante	15
Vaso de precipitación	5
Agua destilada	1
Corte de probetas	10
Análisis del material compuesto	121,69
Total	292,69

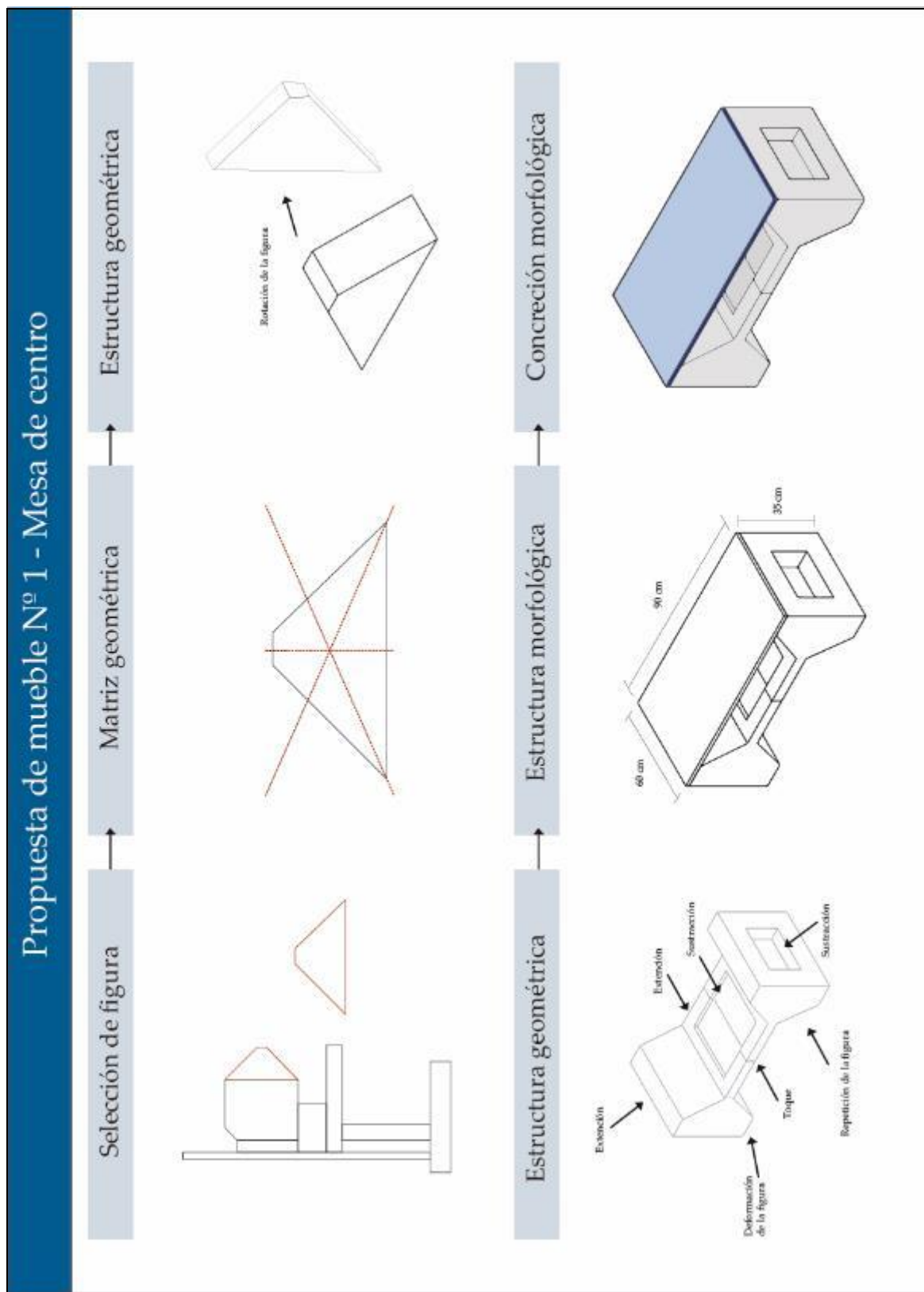
Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis de los resultados de la metodología de diseño

En cuanto a la metodología de diseño por Pahl & Beitz (2007) ayudo para el desarrollo de la propuesta de investigación, es decir, la etapa de clarificación y planificación, contribuyo con la información de aprovechar los residuos de mezclilla en la reutilización, esto permite un uso adecuado de dichos elementos, lo cual, se generan nuevas aplicaciones en productos, la planificación apoyo en el planteamiento de las necesidades y requerimientos del producto, se analiza las características de diseño, las cuales, son funcionalidad, uso, estructural, formal, material, social, el objetivo es la aplicación del material compuesto en un producto. En cuanto al diseño conceptual, se desarrolló el diseño de tres productos, se utilizó herramientas de diseño como son el moodboard, proceso morfológico, motivo gestor y en el proceso de creación, se utilizó la interrelación de formas. Con respecto a la realización del producto, se definieron tres tipos de muebles que son mesa de centro, separador de ambientes y lampara de dormitorio, el material presenta características de resistencia, dureza y elasticidad, para concluir el diseño de detalle, se visualiza en las láminas constructivas de la elaboración de los productos y los renders para visualizar su acabado final.

Figura 32.

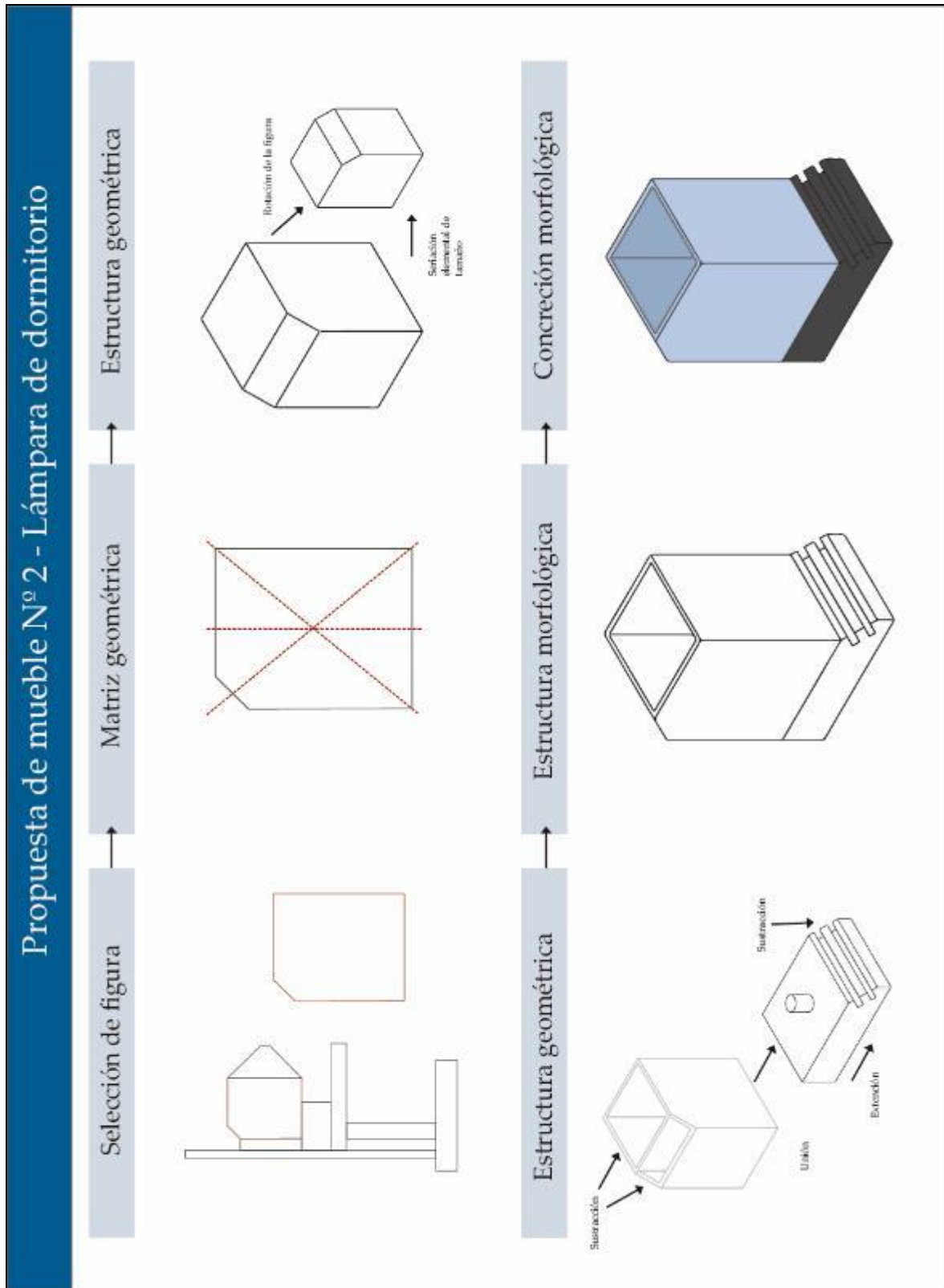
Propuesta del producto 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 33.

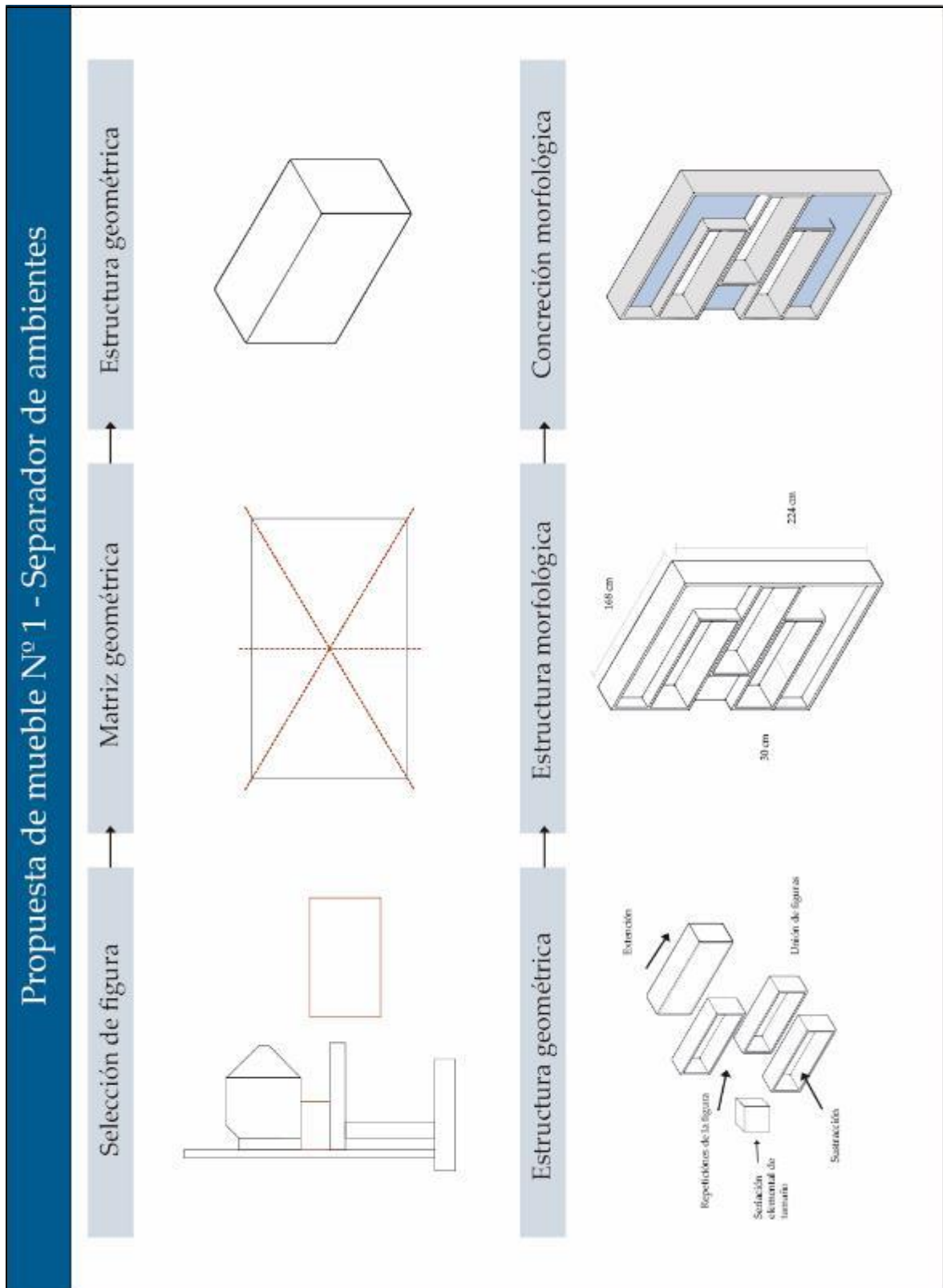
Propuesta de producto 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 34.

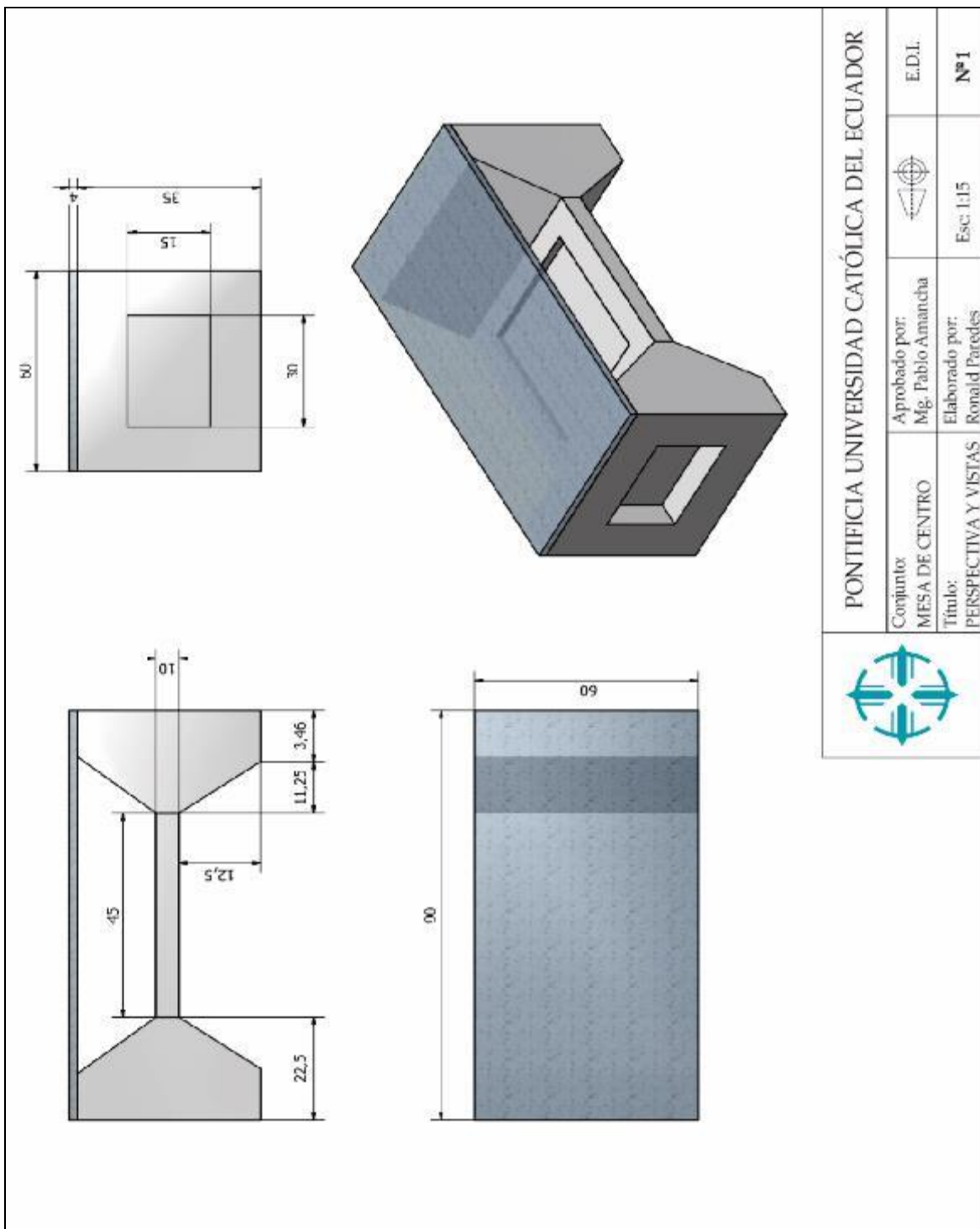
Propuesta del producto 3



Fuente: Elaboración propia

Ficha técnica 1.

Perspectiva y vistas de la mesa de centro





Fuente: Elaboración propia

Ficha técnica 2.

Perspectiva y vistas de la lámpara

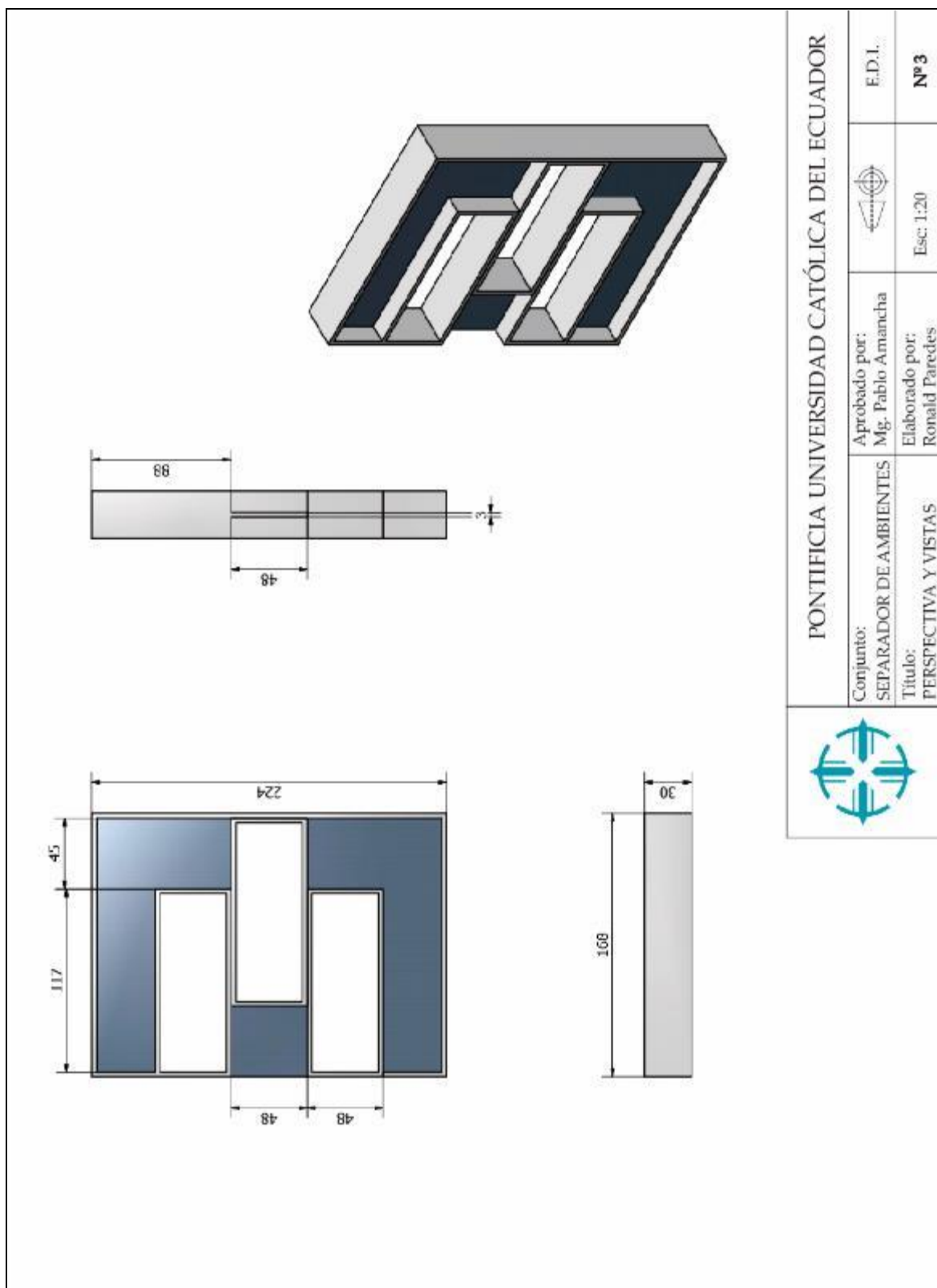
The technical drawing includes a perspective view of a lamp with a hexagonal base and a cylindrical upper section. Dimensions are provided for several views: a top view showing a width of 85 and a depth of 20; a side view showing a height of 36 and a base width of 18; and a front view showing a total height of 26, with a 5-unit top section and a 5-unit bottom section. A detail of the top section shows a 5-unit width and a 1.25-unit thickness. A circular detail of the top surface shows a diameter of 20. The drawing is shaded to show depth and form.

		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
		Conjunto: LÁMPARA	Aprobado por: Mg. Pablo Amancha	
Título: PERPECTIVA Y VISTAS		Elaborado por: Ronald Paredes	Esc: 1:15	Nº 2

Fuente: Elaboración propia

Ficha técnica 3.

Perspectiva y vistas del separador de ambientes



Fuente: Elaboración propia

Figura 35.

Render mesa de centro



Fuente: Elaboración propia

Figura 36.*Render lámpara*

Fuente: Elaboración propia

Figura 37.

Render separador de ambiente



Fuente: Elaboración propia

3.3 Evaluación de la propuesta

En el proyecto, se aplicó una encuesta para medir si el producto propuesto tiene factibilidad y usabilidad al utilizar el material compuesto. La evaluación del producto lo realiza la Arquitecta Ariana Lima, además, que se evalúa la función, uso, estructura, forma, materiales y el aspecto social del producto mediante la escala de Likert, así mismo, se muestra los niveles con un valor numérico del 1 a los 5 puntos de desempeño para tener una visión del proceso, como se muestra, a continuación.

Tabla 20.

Rúbrica de evaluación para el producto

DATOS DEL EVALUADOR	
Tema:	Diseño del producto a partir de material compuesto de matriz de policarbonato reforzados con el aprovechamiento de residuos de mezclilla.
Objetivo:	El objetivo del test es validar el diseño del producto a partir de material compuesto.
Entrevistador:	Ronald Augusto Paredes Jines
	Se agradece la disposición al evaluar la propuesta de investigación, la misma que, constará con una serie de preguntas sobre el diseño del producto para determinar si el material es factible para el desarrollo de productos, el cual, se valorará entre un puntaje de 1 a 5, al ser 5 muy bueno, 1 muy malo.
Nombre del validador:	Arquitecta Ariana Lima
Actividad profesional y experiencia:	Arquitecta de interiores, Diseñadora de interiores en Constructora Noval.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.

Rúbrica de evaluación del diseño del producto a partir de material compuesto

Rúbrica de evaluación del diseño del producto a partir de material compuesto					
Criterios a evaluar: Función, uso, estructura, forma, materiales, social					
	Muy bueno	Bueno	Mediano	Malo	Muy malo
Función					

¿Considera que es fácil de utilizar?	X			
¿El material es resistente al peso?		X		
¿Presenta materiales livianos para la movilidad?	X			
Uso				
¿Considera que es de un uso fácil?	X			
¿El producto tiene buenos acabados?		X		
¿Se colocaría en cualquier ambiente?	X			
Estructura				
Al contener una estructura mixta, se considera ¿qué es pesada la estructura del producto?		X		
¿Es de fácil comprensión el producto?	X			
¿Tiene una estructura fácil de usar?	X			
Forma				
¿Se está manejando tendencias?		X		
¿Contiene un equilibrio cromático?			X	
¿Se visualiza una estructura mixta?			X	
Materiales				
¿El material compuesto se utilizaría para la elaboración de productos?	X			
¿Se considera que el material compuesto es resistente?		X		
Social				
Al ser un material compuesto, como lo considera para la protección del medio ambiente.	X			

¿Hay la posibilidad de crear otra línea de productos con el material?	X				
¿Considera que el producto diseñado es cómodo?	X				

Fuente: Elaboración propia

Al concluir la validación del experto, se analizaron las respuestas, al obtener como resultado lo siguiente:

Tabla 22.

Resultados de la validación

Validación	Respuestas
El máximo 5 (muy bueno)	10
El mínimo puntaje 4 (bueno)	5
El punto de equilibrio 3 (mediano)	2

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, los resultados que se muestran anteriormente, se deducen que, un gran puntaje en el nivel de muy bueno y bueno, es decir, el aspecto funcional, uso, estructural, forma, materiales y social cumple su función dentro del diseño de productos, esto quiere decir que el material compuesto está elaborado correctamente y listo para su aplicación.

CONCLUSIONES

Se determinó las características de la matriz de policarbonato que constituye en los materiales compuestos, tiene como función proteger al refuerzo del deterioro mecánico y químico del ambiente exterior y evitar la aparición de grietas en el material compuesto, además, tiene alta resistencia en relación a su peso, proporcionan una buena resistencia, se tiene la posibilidad de trabajar con mayor facilidad que otros materiales ante el proceso de curado de la matriz, son aislantes eléctricos, permiten el ensamblaje de componentes, reducción del número de elementos, se reducen las tareas de mantenimiento y costes de reparación, acerca de las características de residuos de mezclilla, se afirma que es una tela plana, formado por la técnica de la trama y urdimbre, es decir, el tejido se compone de hilos elaborados con la fibra del algodón, que son teñidos de azul añil y así ayuda a la posibilidad de elaborar nuevos materiales para emplearlos en productos diferentes para la industria.

Se identifico que el método de unión del material compuesto, se tomó como referencia el proyecto de Pereira et. al (2017), en la experimentación utilizaron una fracción volumétrica de 80% de la matriz polimérica y un 20% de la fibra y así obtuvieron un material compuesto que presenta buenas propiedades y características, para determinar la cantidad de policarbonato y residuos de mezclilla que contiene el material compuesto, se realizó cálculos de la densidad de la matriz de policarbonato, densidad del refuerzo de residuos de mezclilla, volumen del molde, además, se utilizó la técnica sándwich para unir los dos componentes, mismo que consiste en colocar un porcentaje del policarbonato, luego, se colca la fibra y al final el restante de policarbonato.

Se analizó las características físicas y mecánicas del material compuesto, se utilizó probetas basadas en la norma ASTM D3039 (ensayo de tracción), NTE INEN ISO 179-2 (ensayo de impacto), las cuales, proporcionaron las medidas y la cantidad de probetas necesarias a realizarse, los resultados obtenidos fueron favorables para la elaboración del producto, las características mecánicas son: Tracción: Esfuerzo de ruptura 20,041 MPa, Módulo de elasticidad 1326,369 MPa e Impacto: Energía máxima al impacto 0,453 J y las características física: Estado físico: Sólido, Color: Azul oscuro transparente.

Para finalizar, se desarrolló el diseño del producto para la aplicación del material compuesto, se analizó materiales ya existentes para el remplazo del mismo, se consideró que algunos

materiales para la construcción tienen similares características al material propuesto, se crearon productos como mesa de centro, lámpara y un separador de ambientes, en conclusión el producto es versátil y tiene buenas propiedades para integrarse con cualquier material.

RECOMENDACIONES

Es necesario conocer las características de los materiales con los cuales se desea realizar un material compuesto, para de esta manera construir proyectos de este estilo.

Para obtener nuevos materiales y así reemplazar a los que hoy en día se fabrican, es necesario conocer las características físicas y mecánicas para que el proyecto no tenga interrogantes por resolver.

El diseñador industrial trabaja conjuntamente con sectores que conocen del tema, es decir, la investigación no se realiza con terceras personas, al contrario, establecer lazos de trabajar con las pequeñas y grandes industrias para lograr una transformación en el medio ambiente.

Como futura línea de investigación, se utiliza el proceso para la creación de líneas mobiliarias en reservas ecológicas del Ecuador y analizar la cromática para una variedad de terminados en el producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Grupo Banco Mundial . (1944). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Grupo Banco Mundial : <https://www.bancomundial.org/es/who-we-are>
- Arco, A., Ramírez, I., & Serrano, R. (2009). Caracterización de las propiedades mecánicas según la influencia de los elementos externos al policarbonato en discos compactos recuperados. (*trabajo de grado*). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.
- Asociación Española para la Calidad. (1961). *Residuos Industriales*. Obtenido de Asociación Española para la Calidad: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/residuos-industriales>
- Baez, I., Carrillo, C., Castelblanco, O., Betancourt, F., Legizamón, F., Garcia, R., & Mendoza, D. (2018). Metodología de Diseño de Producto bajo la estructura de Innovación y Creatividad. Estudio de revisión. *Espacios*, 39, 1-20.
- Besednjak, A. (2009). *Materiales compuestos: procesos de fabricación de embarcaciones* . Barcelona : Edicions UPC.
- Cadena, F., Quiroz, F., Chango, I., & Baquero, G. (2010). Degradación de un policarbonato usando como material de techado en la ciudad de Quito. *Revista Politécnica*, 29(1), 150-154.
- Callister, W. (2007). Materials Science and Engineering An Introduction. *National Academic Digital Library Of Ethiopia*, 586,587.
- Carrera, E. (2017). Los retos sostenibilistas del sector textil. *Química y Industria Textil*, 1(220), 20-32.
- Castro, V. (2018). Manejo de residuos sólidos del sector textil en Colombia basado en el modelo de economía circular. (*Tesis de grado*). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.

- Chumbi, k. (2016). Guía de procesos para la fabricación de objetos textiles para generar fuentes de trabajo desde una conciencia social y medioambiental. (*Trabajo de titulación*). Universidad del Azuay, Cuenca.
- Cuéllar, A., & Muñoz, I. (2010). Fibra de guadua como refuerzo de matrices poliméricas . *DYNA*, 77(162), 137-142.
- ELAPLAS. (2016). *Polycarbonato*. Obtenido de <http://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/polycarbonato-pc/>
- Ensinger, K., & Reber, R. (1966). *Engineering plastic - The manual* . Nufringen, Germany: Ensinger: Facts and figures.
- Falcón, J., & Herrera, R. (2005). Análisis del dato estadístico. (*Guía didáctica*). Universidad Bolivariana de Venezuela, Caracas .
- Gómez, J., González, F., Herrera, E., & Rosa, L. (2017). Re-valoración de residuos de mezclilla para el diseño de un nuevo material y algunas aplicaciones: compuestos de mezclilla-PMMA. *DISEÑOCONCIENCIA*, 1, 1-8.
- Gómez, J., González, F., Rosa, L., & Abt, T. (2016). Evaluación de compuestos de PP-residuos de mezclilla para la elaboración. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 1(19), 1-9.
- Gutiérrez, J. (2015). *La única conífera nativa del Ecuador, en riesgo*. Loja : Juan Pablo Suárez.
- Haque, M. (2014). Procesamiento y caracterización de residuos de compuestos de polímeros reforzados con fibra de mezclilla. (*tesis de grado*). Bangladesh University of Engineering and Tegnology , Dhaka, Bangladesh .
- Hawley, J. (2006). Textile recycling: a system perspective. *Recycling in Textiles*, Woodhead Publishing.
- Hermida, E., & Brandaleze, E. (2003). Estudio de tensiones residuales en policarbonato sometido a tracción mediante fotoelasticidad. *Jordas SAM*, 858-861.


- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Selección de muestra. *Metodología de la investigación*, 6, 170-191.
- INEC. (2012). En Pichincha, Guayas, Tungurahua se asientan el mayor número de establecimientos del sector textil. *Info/economía*, 1-5.
- López, E., & Gil, A. (2017). Fenología de *Gossypium raimondii* Ulbrich "algodón nativo" de fibra de color verde. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 267-271. doi: 10.17268/sci.agropecu.2017.03.09.
- Marciano, J. (2009). Effect of textile waste on the mechanical properties of polymer concrete. *Materials Research*, 12(1), 63-67. doi: 10.1590/S1516-14392009000100007.
- Mothé, C., & Araujo, C. (2004). Caracterização térmica e mecânica de compósitos de poliuretano com fibras de Curauá. *Polímeros*, 14(4), 274-278. doi: 10.1590/S0104-14282004000400014.
- Narea, F., Rivas, A., & Muñoz, A. (2008). Medición del Módulo de Young Mediante Interferometría de División de Amplitud. *Red Colombia de Óptica*, 2-9.
- Olivares, S., Galán, M., & Roa, F. (2003). Los composites características y aplicaciones en la edificación. *Informes de la construcción*, 54(484), 45-62, doi: 10.3989/ic.2003.v54.i484.568.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. doi: 10.4067/S0717-95022017000100037 .
- Pereira, A., Tonini, N., Vieira, F., & Neves, S. (2017). RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E FLEXÃO DE COMPÓSITO DE MATRIZ DE POLICARBONATO REFORÇADO COM FIBRA NATURAL DE SISA. *amb WEEK*, 1959-1964. doi: 10.5151/1516-392X-30583.
- Pérez, C. (2016). Naval Composites: Los materiales compuestos y la industria naval. (*tesis de grado*). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

- Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida . (2017). *Secretaría Técnica Planifica Ecuador*.
Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida :
<https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida/>
- Resta, B., Gaiardelli, P., Pinto, R., & Dotti, S. (2016). Enhancing environmental management in the textile sector: An Organisational-Life Cycle Assessment approach. *Jornal of Cleaner Production*, 135, 620-632. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.06.135.
- Sánchez, L., Roux, R., & Espuna, J. (2018). Estudio calorimétrico con el uso de termopares en aislante hecho de mezclilla de desecho para viviendas en Saltillo, Coahuila. *Nova Scientia*, 10(20), 280-304. doi:10.21640/ns.v10i20.1319 .
- Sierra, A., González, F., Gómez, J., & León, R. (2015). Aprovechamiento de residuos industriales para el diseño y desarrollo de productos para la industria de la moda con un enfoque sostenible . *Academia Journals en Tecnologías*, 1363,1368.
- Soto, J., & Pimentel, J. (2014). Aplicación de Compuestos de Matriz Cerámica Reforzados con. *Twelfth LACCEI* , 1-6.
- Tacca, A., Nemesio, V., & Medina, C. (2019). Análisis de dureza y resistencia a la tracción de un compuesto de matriz metálica Ai-SiO₂, utilizando latas de aluminio y cáscara de arroz como materia prima. *Revista Boliviana de Química*, 36(2), 60-72.
- Tiuc, A., Vermeşan, H., Gabor, T. G., & Vasile, O. (2016). Improved Sound Absorption Properties of Polyurethane Foam Mixed with Textile Waste. *Energy Procedia*, 85, 559–565. doi: 10.1016/j.egypro.2015.12.245.
- Velasco, P. (2017). Deshilando etnográficamente la mezclilla: materialidad y entramados socioambientales paradójicos. *Alteridades*, 27(54), 95-106.
- Viteri, R. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa importadora y comercializadora de tela de mezclilla denim de origen peruano para el mercado de confecciones del cantón Pelileo. (*Tesis de grado*). Universidad Politécnica Salesiana, Quito.

Zambrano, J. (2019). Análisis al manejo de los residuos textiles de las asociaciones formales localizadas en la parroquia Pascuales, provincia del Guayas. (*Trabajo de titulación*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

ANEXOS


Anexo 1. Cuadro de análisis de soluciones existentes 1

Análisis de soluciones existentes	
	
<p>Nombre del producto: Prototipo de luminaria “muro de agua”</p>	<p>Fuente: Gómez, J., González, F., Herrera, E., & Rosa, L. (2017). Re-valoración de residuos de mezclilla para el diseño de un nuevo material y algunas aplicaciones: compuestos de mezclilla-PMMA. <i>DISEÑOCONCIENCIA, 1</i>, 1-8.</p>
<p>Autor: Gómez, González, Herrera, y Rosa</p>	
Tipo de análisis	Características
<p>Funcional</p> <p>¿Para qué sirve este producto?</p> <p>¿Cómo funciona físico-técnicamente el producto?</p> <p>¿Bajo qué principios, se basa su funcionamiento?</p> <p>¿Qué requiere para operar?</p> <p>¿Cuál es su consumo?</p> <p>¿Cuál su rendimiento?</p>	<p>El muro de agua es un producto versátil que sirve para fuentes decorativas de interior, gracias a su silencioso funcionamiento, como para fuentes de exterior debido a su elevada resistencia al viento.</p>

¿Qué normas de manejo, mantenimiento y seguridad tiene en cuenta?	
De uso ¿Cómo es la interrelación entre el producto y el usuario?	La propuesta intenta crear un nuevo ambiente en los espacios de uso común, como la sala u cocina
Formal o expresiva ¿Qué forma tiene? ¿Es un objeto simple o complejo? ¿Cuáles son las relaciones estético-formales existentes en el producto? ¿Qué características superficiales tiene? ¿Cuál es el significado del producto?	El producto presenta una forma rectangular, es un objeto simple. La relación de la estética y la forma es evidente, es atractiva visualmente.
Estructural ¿Cuáles son sus dimensiones? ¿Qué parámetros ergonómicos cumple? ¿Con qué componentes cuenta el producto?	Al ser un prototipo no mencionan las dimensiones, en cuanto a los componentes presenta un sistema de iluminación interna y motor de agua.
Materiales ¿Qué materiales conforman el producto?	Presenta el material compuesto obtenido, combinado con otro material de origen Volcánico que genera un contraste de texturas.
Técnico-constructivo ¿Qué procesos de fabricación son aplicadas al producto? ¿Qué sistemas de ensamble utiliza? ¿El objeto cumple normativas?	Emplear técnicas de terminado para el material compuesto, además, de un proceso de ensamble que permite unos los materiales correctamente.
Económico ¿Cuánto cuesta producir el producto? ¿Cuánto cuesta el producto?	La propuesta no cuenta con un valor estimado para su producción y venta.

Fuente: Elaboración propia


Anexo 2. Cuadro de análisis de soluciones existentes 2

Análisis de soluciones existentes	
	
Nombre del producto: Mosevic Upcycles, las gafas hechas con mezclilla	Fuente: https://tpcomermosevic.blogspot.com/2019/06/mosevic-de-los-residuos-de-la-moda-las.html#:~:text=En%20esencia%2C%20el%20met%20iculuso%20proceso,la%20forma%20deseada%20de%20el%20marco.
Autor: Jack Spencer y Alex Boswell	
Tipo de análisis	Características
Funcional ¿Para qué sirve este producto? ¿Cómo funciona físico-técnicamente el producto? ¿Bajo qué principios, se basa su funcionamiento? ¿Qué requiere para operar? ¿Cuál es su consumo? ¿Cuál su rendimiento? ¿Qué normas de manejo, mantenimiento y seguridad tiene en cuenta?	El producto sirve para la protección de los rayos de sol, el meticuloso proceso de Mosevic consiste en convertir el Denim en un material sólido y luego presionarlo en un molde.

<p>De uso</p> <p>¿Cómo es la interrelación entre el producto y el usuario?</p>	<p>Debido a que es una moda sustentable, combina la artesanía tradicional con nuevas formas creativas de crear productos únicos y atemporales.</p>
<p>Formal o expresiva</p> <p>¿Qué forma tiene?</p> <p>¿Es un objeto simple o complejo?</p> <p>¿Cuáles son las relaciones estético-formales existentes en el producto?</p> <p>¿Qué características superficiales tiene?</p> <p>¿Cuál es el significado del producto?</p>	<p>La forma que presenta el producto es la misma que presenta unas gafas, es un objeto simple, la textura que representa los residuos se relaciona con los otros materiales aplicados, el significado del producto es dar otra perspectiva al consumidor de incentivar a la reutilización.</p>
<p>Estructural</p> <p>¿Cuáles son sus dimensiones?</p> <p>¿Qué parámetros ergonómicos cumple?</p> <p>¿Con qué componentes cuenta el producto?</p>	<p>Las dimensiones que presenta el producto son estándares que se maneja cualquier gafa.</p>
<p>Materiales</p> <p>¿Qué materiales conforman el producto?</p>	<p>Residuos de jeans y resina</p>
<p>Técnico-constructivo</p> <p>¿Qué procesos de fabricación son aplicadas al producto?</p> <p>¿Qué sistemas de ensamble utiliza?</p> <p>¿El objeto cumple normativas?</p>	<p>Se fabrica con la técnica del prensado de capas y capas de mezclilla, (de 3 a 10 capas) en un molde, se pulen y se les añade una resina, una vez puesta las capas necesarias se lo prensa para que queden sin burbujas de aire, se lo deja secar, finalmente, se lo ensambla.</p>
<p>Económico</p> <p>¿Cuánto cuesta producir el producto?</p> <p>¿Cuánto cuesta el producto?</p>	<p>El precio es alto debido a la forma de fabricación, es artesanal.</p>

Fuente: Elaboración propia



Anexo 3. Cuadro de análisis de soluciones existentes 3

Análisis de soluciones existentes	
	
Nombre del producto: Demodé	Fuente:
Autor: Demodé Bernardita Marambio	Marambio. Estudió el demodé sometiéndolo a estudios de Impacto en CATAS CHILE (2013) / Comportamiento al Fuego, IDIEM, U. de Chile (2013) / Propiedades físicomecánicas, Laboratorio de Materiales Compuestos, U. Bío-Bío, Concepción, Chile (2009).
Tipo de análisis	Características
<p>Funcional</p> <p>¿Para qué sirve este producto?</p> <p>¿Cómo funciona físico-técnicamente el producto?</p> <p>¿Bajo qué principios, se basa su funcionamiento?</p> <p>¿Qué requiere para operar?</p> <p>¿Cuál es su consumo?</p> <p>¿Cuál su rendimiento?</p> <p>¿Qué normas de manejo, mantenimiento y seguridad tiene en cuenta?</p>	<p>El producto sirve de asiento para las personas que lo requieran utilizar, el producto funciona a base de materiales y ensambles.</p>

<p>De uso</p> <p>¿Cómo es la interrelación entre el producto y el usuario?</p>	<p>Las piezas creadas en demodé son diseños exclusivos para clientes, por lo que no es una producción en serie</p>
<p>Formal o expresiva</p> <p>¿Qué forma tiene?</p> <p>¿Es un objeto simple o complejo?</p> <p>¿Cuáles son las relaciones estético-formales existentes en el producto?</p> <p>¿Qué características superficiales tiene?</p> <p>¿Cuál es el significado del producto?</p>	<p>Tiene una forma circular, lo cual, es un objeto simple, la combinación de los materiales permite ver un producto estéticamente funcional y agradable.</p>
<p>Estructural</p> <p>¿Cuáles son sus dimensiones?</p> <p>¿Qué parámetros ergonómicos cumple?</p> <p>¿Con qué componentes cuenta el producto?</p>	<p>Las dimensiones que presenta el producto son 40 x 40</p>
<p>Materiales</p> <p>¿Qué materiales conforman el producto?</p>	<p>Madera y el material compuesto</p>
<p>Técnico-constructivo</p> <p>¿Qué procesos de fabricación son aplicadas al producto?</p> <p>¿Qué sistemas de ensamble utiliza?</p> <p>¿El objeto cumple normativas?</p>	<p>Se cortan las telas en trozos. Dentro de un recipiente, se mezclan los trozos de las telas con el aglutinante a base de almidón. Se compacta la mezcla dentro de un molde previamente rociado con desmoldante.</p>
<p>Económico</p> <p>¿Cuánto cuesta producir el producto?</p> <p>¿Cuánto cuesta el producto?</p>	<p>El precio es alto debido a la forma de fabricación, es artesanal.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Informe de ensayo de probetas a tracción

 Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero		 Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua	
RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS			
Informe N°: 180280296520210127-ETC.			
DATOS DEL CLIENTE			
Empresa/Cliente: Ronal Augusto Paredes Jines			
Dirección: Vía a Huambaló, Pelileo.			
Núm. de cédula/RUC: 1802802965001.		Teléfono: +593999269975.	
E-mail: rpelmejor797@gmail.com.			
DATOS INFORMATIVOS			
Laboratorio: Resistencia de Materiales.			
Designación del material: Material compuesto: Policarbonato con residuos de mezclilla.			
Método de ensayo: ASTM D3039/D3039M-17. Método de prueba estándar para propiedades de tracción de materiales compuestos de matriz polimérica.			
Número de Probetas cuantificadas			
N°	Identificación de probetas	Configuración	Probetas a Ensayar
1	180280296520210127-ETC 01	Policarbonato con residuos de mezclilla	5
Total			5
Nota: La fabricación de las probetas en tipo, cantidad y configuración es declarada por el cliente.			
Código: RG-RM-001 Fecha de Elaboración: 06-07-2016 Fecha de última aprobación: 02-02-2018 Revisión: 3			
RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS		Página 1 de 2	



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

ENSAYO SOLICITADO			
No.	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHAS RECEPCIÓN
1	180280296520210127-ETC 01-1	Cumple criterios dimensionales	2021/01/27
2	180280296520210127-ETC 01-2	Cumple criterios dimensionales	2021/01/27
3	180280296520210127-ETC 01-3	Cumple criterios dimensionales	2021/01/27
4	180280296520210127-ETC 01-4	Cumple criterios dimensionales	2021/01/27
5	180280296520210127-ETC 01-5	Cumple criterios dimensionales	2021/01/27

DATOS INFORMATIVOS: De acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo las probetas cumplen con el número mínimo de muestras para el ensayo y en las dimensiones.

NOTA: LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN ESTE FORMULARIO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. POSTERIORMENTE A LA EJECUCIÓN DEL (LOS) ENSAYO(S) NO SE ADMITIRÁ ARREGLOS DE ESTA INFORMACIÓN NI DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. FAVOR REVISAR ANTES DE SU FIRMA

Elaborado por: Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Jorge Rodas B. MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
Cliente	



Centro de Fomento Productivo
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
ENSAYO DE TRACCIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS
INFORME DE RESULTADOS N°: 180280296520210127-ETC.

DATOS GENERALES

DATOS INFORMATIVOS:

N° de proforma: RM_2021_004.
Empresa/Cliente: Ronal Augusto Paredes Jines
RUC/C.I.: 1802802965001.
Dirección: Vía a Huambaló, Pelileo.
Correo: rpelmejor797@gmail.com.

DATOS DEL ENSAYO:

Lugar de Ejecución del Ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales.
Dirección: Ambato/Catiglata, Toronto y Río de Janeiro.
Método de ensayo: ASTM D3039/D3039M-17. Método de prueba estándar para propiedades de tracción de materiales compuestos de matriz polimérica.
Tipo de ensayo: Cuantitativo. **Tipo de probeta:** Plana.
Equipo utilizado: Máquina de ensayos universal Metrotec 1500KN
Modelo: STH-1500/CS. **Serie:** 8802M001
Velocidad de ensayo: 5 mm/min. **Precarga:** 0,01 N.
Fecha Inicio de Ensayo: 2021/01/28. **Fecha Finalización de Ensayo:** 2021/01/28.
Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en **probetas de material compuesto: Policarbonato con residuos de mezclilla**. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H. Gobierno Provincial de Tungurahua.

OBJETOS DE ENSAYO

Número de Probetas cuantificadas:

N°	Identificación de probetas	Configuración	Probetas a Ensayar
1	180280296520210127-ETC 01	Policarbonato con residuos de mezclilla	5
Total			5

Observaciones: La fabricación de la probeta para la ejecución del ensayo es responsabilidad del cliente.

Nota: Este informe no significa certificación de calidad, no debe ser reproducido total ni parcialmente.

Elaborado por: Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Jorge Rodas B. MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC



Centro de Fomento Productivo
Metalmecánico Carrocero

Lugar y fecha de emisión de informe: Ambato, 28 de enero de 2021.

N° de factura: 001-002-000010190.



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carroceros



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

RESULTADOS:

No	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo de tracción (MPa)	Módulo de elasticidad (Calculado) (MPa)	Desplazamiento mm.	% elongación (Calculado)	Tipo de falla evaluado
				Ancho	Espesor						
1	180280296520210127-ETC-01-1	21,1	58,3	25,78	3,44	700,00	7,89	903,12	1,311	0,874	LCM
2	180280296520210127-ETC-01-2	21,1	58,3	26,18	4,42	1700,00	14,69	1138,26	1,936	1,291	ACM
3	180280296520210127-ETC-01-3	21,1	58,3	25,28	3,68	2450,00	26,34	1358,43	2,908	1,939	LCM
4	180280296520210127-ETC-01-4	21,1	58,3	24,57	4,08	3500,00	34,91	1897,51	2,760	1,840	ACTB
5	180280296520210127-ETC-01-5	21,1	58,3	25,38	3,49	1450,00	16,37	1334,52	1,840	1,277	ACTB
				Promedio X		1960,000	20,041	1326,369	2,151	1,434	
				Desviación estándar S _{n-1}		1063,837	10,612	368,044	0,669	0,446	
				Coeficiente de variación CV		54,277	52,954	27,748	31,121	31,121	

Nomenclatura:

Tipo de falla evaluado: El tipo de falla evaluado se lo realiza mediante los criterios de la norma ASTM D3039-2017.

Primer caracter	Tipo de falla	Segundo caracter	Area de la falla	Tercer caracter	Localización de falla
L	Lateral	A	En el agarre	T	Parte superior
X	Explosiva	I	Dentro del agarre	B	Parte Inferior
A	Angular	G	Zona calibrada	M	Medio

Código: RFG-RM-004
Fecha de Elaboración: 11-05-2016
Fecha de última aprobación: 21-06-2017
Revisión: 7

INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN MATERIALES COMPUESTOS

Página 2 de 2



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccanico Carrocero

HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

Informe N°: 180280296520210127-ETC.	
DATOS DEL CLIENTE	
Empresa/Cliente: Ronald Augusto Paredes Jines	
Dirección: Via a Huambala, Pelileo.	
Núm. de cédula/RUC: 1802802965001	Teléfono: 1 593999269975.
E-mail: rpedmejor797@gmail.com.	

DATOS INFORMATIVOS	
Laboratorio: Resistencia de Materiales.	
Designación del material:	
Material compuesto: Policarbonato con residuos de mezclilla.	
Método de ensayo:	
ASTM D3039/D3039M-17. Método de prueba estándar para propiedades de tracción de materiales compuestos de matriz polimérica.	

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
1	180280296520210127-ETC-01-1	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
2	180280296520210127-ETC-01-2	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
3	180280296520210127-ETC-01-3	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
4	180280296520210127-ETC-01-4	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
5	180280296520210127-ETC-01-5	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	

Código: RG-RM-003
Fecha de Elaboración: 06-07-2016
Fecha de última aprobación: 17-01-2017
Revisión: 3

HOJA DE ALMACENAMIENTO
DE MUESTRAS



Todas las muestras del grupo ensayado por acuerdo se entregan al cliente, el CFPMC no se responsabiliza por el mantenimiento y almacenamiento de las mismas, quedando a responsabilidad del cliente su resguardo.

<p>Elaborado por: Ing. Fernando Tibán R.</p> 	<p>Aprobado por: Ing. Jorge Rodas B. MEng.</p> 
<p>Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC</p>	<p>Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC</p> 
<p>Cliente</p>	

Código: RG-RM-003
 Fecha de Elaboración: 06-07-2016
 Fecha de última aprobación: 17-01-2017
 Revisión: 3

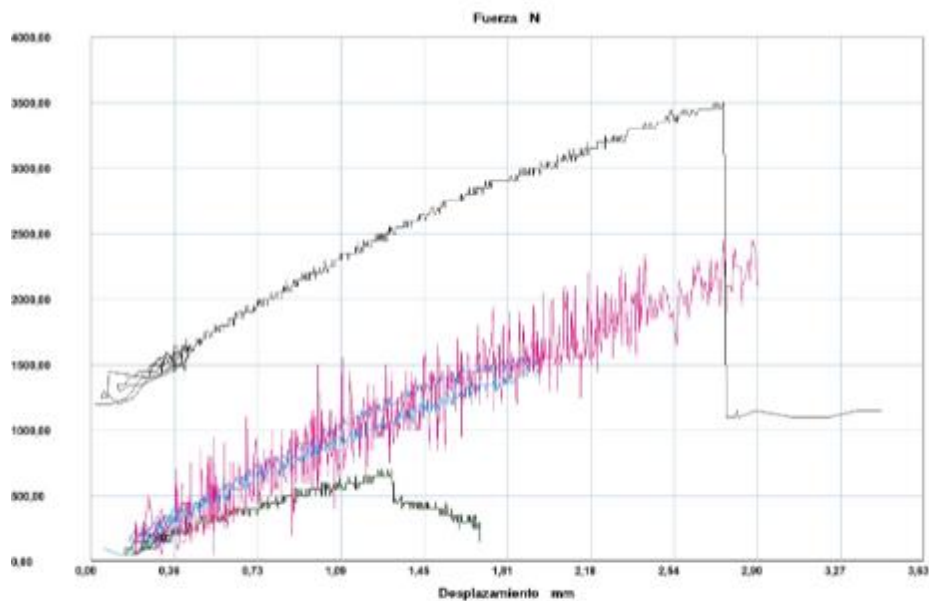
HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

INFORME :
ENSAYO :

ETC 01
TRACCION



Referencia : MATERIAL COMPUESTO
Cliente :
Calidad : RM_2021_004
Operario : A. Técnico
Norma : ASTM D3039
Fecha : 28/01/2021
Hora : 12:01:10
Temperatura : 21,1
H.R.% : 58,3
Pedido : 180280296520210127



Probeta	FMax N	FRot N	CMax MPa	CRot MPa
■ 1	700,00	650,00	7,89	7,33
■ 2	1700,00	1400,00	14,69	12,10
■ 3	2450,00	2100,00	26,34	22,57
■ 4	3500,00	3500,00	34,91	34,91
■ 5	1450,00	1350,00	16,37	15,24
Media	1960,000	1800,000	20,041	18,431
Mediana	1700,000	1400,000	16,370	15,241
Desv. Std	1063,837	1079,931	10,612	10,751
Coef. V.	0,543	0,600	0,530	0,583
Máximo	3500,000	3500,000	34,914	34,914
Mínimo	700,000	650,000	7,893	7,329
Rango	2800,000	2850,000	27,021	27,585
CPK	0,000	0,000	0,000	0,000
+3 Sigma	5151,512	5039,792	51,878	50,686
-3 Sigma	-1231,512	-1439,792	-11,797	-13,823

Parámetros

Precarga	=	0,01	N
Calda %	=	100,00	
Retorno Automatico	=	0,00	
Limite Fuerza	=	1500000,00	N
Limite Desplazamiento	=	500,00	mm
Stop Ext	=	2000,00	mm

Velocidades

Precarga	=	5,00	mm/min
Ensayo	=	5,00	mm/min
Retorno	=	100,00	mm/min
Posicionamiento	=	100,00	mm/min

Anexo 5. Informe de ensayo de probetas a impacto



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

Informe N°: 180280296520210127-EIP	
DATOS DEL CLIENTE	
Empresa / Cliente: Ronal Augusto Paredes Jines	
Dirección: Vía a Huambaló, Pelileo.	
Núm. de cédula / RUC: 1802802965001.	Teléfono: +593999269975.
E-mail: rpelmejor797@gmail.com.	

DATOS INFORMATIVOS
Laboratorio: Resistencia de Materiales
Designación del material: Material compuesto: Policarbonato con residuos de mezclilla.
Método de ensayo: NTE INEN ISO 179-2. Plásticos. Determinación de las propiedades frente al impacto Charpy. Parte 2: Ensayo de impacto instrumentado (ISO 179-2:1997).

Número de Probetas cuantificadas

N°	Identificación de probetas	Configuración	Probetas a Ensayar
1	180280296520210127-EIP 01	Policarbonato con residuos de mezclilla	5
		Total	5

Nota: La fabricación de las probetas en tipo, cantidad y configuración es declarada por el cliente.



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

ENSAYO SOLICITADO			
No.	No. DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHAS RECEPCIÓN
1	180280296520210127-EIP 01-1	Cumple con los criterios dimensionales	2021/01/27
2	180280296520210127-EIP 01-2	Cumple con los criterios dimensionales	2021/01/27
3	180280296520210127-EIP 01-3	Cumple con los criterios dimensionales	2021/01/27
4	180280296520210127-EIP 01-4	Cumple con los criterios dimensionales	2021/01/27
5	180280296520210127-EIP 01-5	Cumple con los criterios dimensionales	2021/01/27

DATOS INFORMATIVOS: De acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo las probetas cumplen con el número mínimo de muestras para el ensayo y en las dimensiones.

NOTA: LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN ESTE FORMULARIO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. POSTERIORMENTE A LA EJECUCIÓN DEL(LOS) ENSAYO(S) NO SE ADMITIRÁ ARREGLOS DE ESTA INFORMACIÓN NI DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. FAVOR REVISAR ANTES DE SU FIRMA.

Elaborado por: Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Jorge Rodas B. MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
Cliente	

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
ENSAYO DE IMPACTO CHARPY DE MATERIAL PLÁSTICO.

INFORME DE RESULTADOS N°: 180280296520210127-EIP

DATOS GENERALES

DATOS INFORMATIVOS

N° de proforma: RM_2021_004.

Empresa/Cliente: Ronal Augusto Paredes Jines

RUC/C.I.: 1802802965001.

Dirección: Vía a Huambaló, Pelileo.

Teléfono: +593999269975.

Correo: rpelmejor797@gmail.com.

DATOS DEL ENSAYO

Lugar de Ejecución del Ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales.

Dirección: Ambato/Catiglatá. Toronto y Río de Janeiro.

Método de ensayo: NTE INEN ISO 179-2:2014 Plásticos. Determinación de las propiedades frente al Impacto Charpy. Parte 2: Ensayo de impacto instrumentado.

Designación del método: ISO 179-1/1eU.

Tipo de ensayo: Cuantitativo

Capacidad del péndulo, (J): R4-5,0.

Horas de acondicionamiento (luego del entalle): No aplica acondicionamiento.

Equipo utilizado: Máquina ensayo impacto Charpy.

Modelo: IC-25/IA.

Serie: 1986M002.

Distancia entre yunques: 62 mm. Muesca de la probeta: Sin Muesca.

Fecha Inicio de Ensayo: 2021/01/29. Fecha Finalización de Ensayo: 2021/01/29.

Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en *probetas material compuesto: Policarbonato con residuos de mezclilla*. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H. Gobierno Provincial de Tungurahua.

OBJETOS DE ENSAYO

Número de Probetas cuantificadas:

N°	Identificación de probetas	Configuración	Probetas a Ensayar
1	180280296520210127-EIP 01	Policarbonato con residuos de mezclilla	5
Total			5

Observaciones: La fabricación de la probeta para la ejecución del ensayo es responsabilidad del cliente.

Nota: Este informe no significa certificación de calidad, no debe ser reproducido total ni parcialmente.

	
Elaborado por: Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Jorge Rodas B. MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

Lugar y fecha de emisión de Informe: Ambato, 29 de enero de 2021.

N° Factura: 001-002-000010190.

RESULTADOS:

Nº	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones <i>mm</i> .		Energía de ruptura (J)	Resistencia al impacto, (J / m)	Resistencia al impacto, (KJ / m ²)
				Ancho	Espesor			
1	180280296520210127-EIP 01-1	22,1	57,8	12,74	3,41	0,659	51,727	15,169
2	180280296520210127-EIP 01-2	22,1	57,8	12,44	3,52	0,509	40,916	11,624
3	180280296520210127-EIP 01-3	22,1	57,8	13,42	3,34	0,502	37,407	11,200
4	180280296520210127-EIP 01-4	22,1	57,8	13,71	3,41	0,283	20,642	6,053
5	180280296520210127-EIP 01-5	22,1	57,8	13,65	3,55	0,310	22,711	6,397
Promedio \bar{X}						0,453	34,681	10,089
Desviación estándar S_{n-1}						0,156	13,012	3,851
Coeficiente de variación CV						34,463	37,520	38,169

Observaciones del ensayo: Ninguna



Centro de Fomento Productivo
Metalmeccánico Carroceros

HOLA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

Informe N°: 180280296520210127-EIP	
DATOS DEL CLIENTE	
Empresa / Cliente: Romal Augusto Parcedes Jines	
Dirección: Vía a Huambaló, Pelileo.	
Núm. de cédula/RUC: 1802802965001.	TELÉFONO: +593999269975.
E-mail: rpelmejor797@gmail.com.	

DATOS INFORMATIVOS

Laboratorio: Resistencia de Materiales

Designación del material:

Material compuesto: Policarbonato con residuos de mezclilla.

Método de ensayo: NTE INEN ISO 179-2. Plásticos. Determinación de las propiedades frente al impacto Charpy. Parte 2: Ensayo de impacto instrumentado (ISO 179-2:1997).

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
1	180280296520210127-EIP 01-1	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
2	180280296520210127-EIP 01-2	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
3	180280296520210127-EIP 01-3	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
4	180280296520210127-EIP 01-4	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	
5	180280296520210127-EIP 01-5	2021/01/27	2021/02/01	Cliente	Se entrega al cliente	

Código: RG-FRM-003
Fecha de Elaboración: 06-07-2016
Fecha de última aprobación: 17-01-2017
Revisión: 3

HOLA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS



Todas las probetas ensayadas por acuerdo, son entregadas al cliente, el CFPMC no se responsabiliza por el mantenimiento y almacenamiento de las mismas, quedando a responsabilidad del cliente su resguardo.

	
Elaborado por: Ing. Fernando Iriban R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Jorge Rodas B. MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
Cliente	

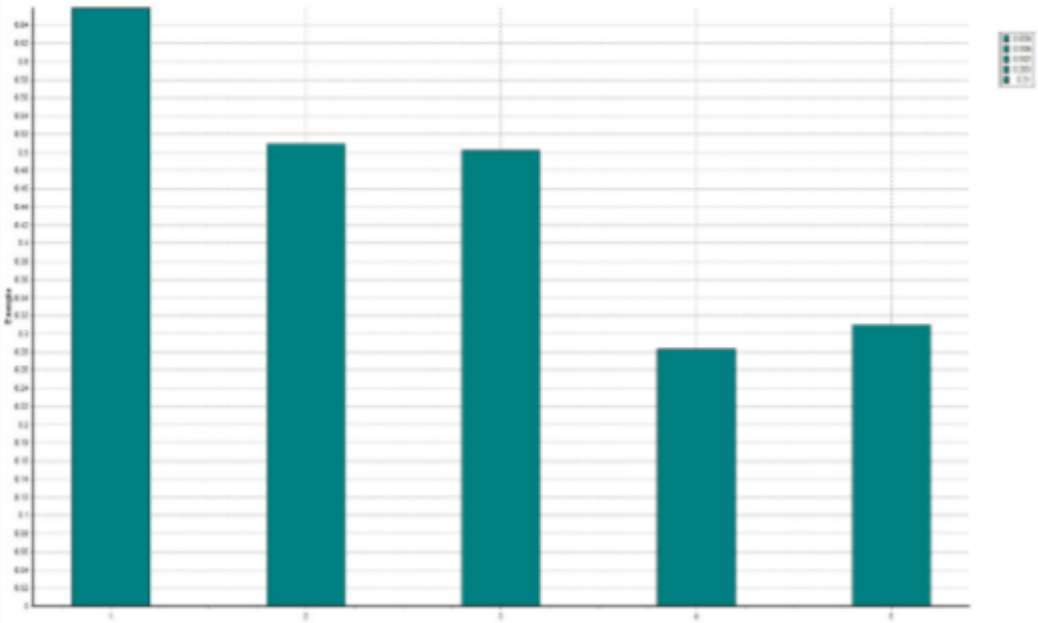


Código: RC-KM-003
 Fecha de Emisión: 06-07-2016
 Fecha de última aprobación: 17-01-2017
 Revisión: 3

HOLA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

INFORME :	EIP 01	
ENSAYO :	IMPACT	

Referencia : MATERIAL COMPUESTO Cliente : Calidad : RM_2021_004 Operario : A. Técnico Norma : NTE INEN ISO 179 Fecha : 29/01/2021 Hora : 11:06:29 Temperatura : 22,1 H.R.% : 57,8 Pedido : 180280296520210127	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



Probeta	Energia J
1	0.66
2	0.51
3	0.50
4	0.28
5	0.31
Media	0.45
Desv. Std	0.14
Coef. V.	0.31


Anexo 6. Rúbrica de evaluación del diseño del producto a partir de material compuesto

DATOS					
Tema: Diseño del producto a partir de material compuesto de matriz de policarbonato reforzados con el aprovechamiento de residuos de mezclilla.					
El objetivo del test es validar el diseño del producto a partir de material compuesto					
Entrevistador: Ronald Augusto Paredes Jines					
Se agradece la disposición al evaluar la propuesta de investigación, la misma que, constará con una serie de preguntas sobre el diseño del producto para determinar si el material es factible para el desarrollo de productos, el cual, se valorará entre un puntaje de 1 a 5, al ser 5 muy bueno, 1 muy malo.					
Nombre del validador: Ariana Lina Haig.					
Actividad profesional y experiencia: Arquitecta de interiores diseñadora de interiores en Constructora Naval					
Rúbrica de evaluación del diseño del producto a partir de material compuesto					
Criterios a evaluar: Función, uso, estructura, forma, materiales, social					
	Muy bueno	Bueno	Mediano	Malo	Muy malo
Función		X			
¿Considera que es fácil de utilizar?	X				
¿El material es resistente al peso?		X			
¿Presenta materiales livianos para la movilidad?	X				
Uso	X				
¿Considera que es de un uso fácil?	X				
¿El producto tiene buenos acabados?		X			
¿Se puede colocar en cualquier ambiente?	X				
Estructura	X				
Al contener una estructura mixta, se considera ¿que es pesada la estructura del producto?		X			
¿Es de fácil comprensión el producto?	X				
¿Tiene una estructura fácil de usar?	X				
Forma		X			
¿Se esta manejando tendencias?		X			
¿Contiene un equilibrio cromático?			X		
¿Se visualiza una estructura mixta?			X		
Materiales		X			
¿El material compuesto se puede					

utilizar para la elaboración de productos?	X				
¿Se considera que el material compuesto es resistente?		X			
Social	X				
Al ser un material compuesto, como lo considera para la protección del medio ambiente.	X				
Se puede crear otra línea de productos con el material.	X				
¿Considera que el producto diseñado es cómodo?	X				

En conclusión, el producto a partir de material compuesto es:
 versátil y de mejores propiedades para integrar
 los beneficios de cada material.

Y tiene las siguientes recomendaciones:
 se podría jugar con los colores e innovar los
 terminados para una variedad.


 Arq. Ariana Lima Haig
 Validado