

DISEÑO DE ECO - MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE LA  
VIRUTA DE CUERO

ELMER ALFONSO MARTINEZ AVILA  
CAMILO ANDRÉS BUITRAGO MUNEVAR

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
TUNJA  
2020

DISEÑO DE ECO - MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE LA  
VIRUTA DE CUERO

ELMER ALFONSO MARTINEZ AVILA  
CAMILO ANDRÉS BUITRAGO MUNEVAR

Trabajo De Grado

Para optar por el título de Ingenieros Ambientales

Director, Camilo Lesmes Fabián

Ing. PhD. AntropoGeografía

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
TUNJA  
2020

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; varios de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este, y a mi familia por brindarme siempre el apoyo incondicional en todo mi proceso de aprendizaje.

A todos aquellos que de una u otra manera creyeron en mí y me brindaron su ayuda para concluir este trabajo.

ELMER ALFONSO MARTINEZ AVILA

Dedico esta tesis a Dios y a la virgen del milagro, quienes me ayudaron a sacar adelante este proyecto a pesar de las barreras que surgían día a día.

A mis padres, que fueron mi apoyo incondicional a lo largo de mi trabajo de grado y mi carrera.

A el ingeniero Camilo Lesmes, quien nos guio y estuvo atento durante todo el desarrollo de la tesis

A mis maestros, quienes constante mente ayudaron a reforzar mi conocimiento.

A todos ellos, ya que fueron quienes me ayudaron a crecer con su apoyo y enseñanza que día a día me brindan.

CAMILO ANDRÉS BUITRAGO MUNEVAR

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los docentes de la facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarnos como personas y profesionales.

De manera especial a nuestro tutor por ser una guía en la realización de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>PALABRAS CLAVES</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>KEYWORDS</b> .....	14
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	17
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	17
<b>1 ANTECEDENTES</b> .....	18
<b>1.1 USO DE LOS RESIDUOS DEL CUERO EN LA ACTUALIDAD</b> .....	18
1.1.1  Ámbito internacional .....	18
1.1.2  Ámbito nacional .....	19
<b>1.2 ECO - MATERIALES EN LA ACTUALIDAD</b> .....	19
1.2.1  Ámbito internacional .....	20
1.2.2  Ámbito nacional .....	21
<b>2 MARCO REFERENCIAL</b> .....	22
<b>3 MARCO TEÓRICO</b> .....	24
<b>3.1 MERCADO DEL CUERO</b> .....	24
3.1.1  Impacto ambiental de las curtiembres .....	25
<b>3.2 EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN</b> .....	27
3.2.1  Impacto ambiental de los ladrillos convencionales con relación al Eco - Material fabricado.....	28
<b>3.3 INSUMOS</b> .....	30
3.3.1 <b>VIRUTA DE CUERO</b> .....	30
3.3.2  Propiedades físico - químicas de la viruta de cuero .....	30
3.3.3  Toxicidad de los residuos de viruta de cuero.....	30
<b>3.4 RESINAS SINTÉTICAS</b> .....	31
3.4.1  Propiedades físicas resina sintética.....	31
<b>4 METODOLOGÍA</b> .....	33
<b>4.1 IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES</b> .....	34

<b>4.2</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE MOLDES</b> .....	34
<b>4.3</b>	<b>EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS</b> ...	34
<b>4.4</b>	<b>PREFACTIBILIDAD</b> .....	34
<b>4.5</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	36
<b>5.1</b>	<b>EXPLORACIÓN DE MATERIALES</b> .....	36
<b>5.2</b>	<b>CARACTERISTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS</b> .....	39
	5.2.1 Pruebas de resistencia .....	39
	5.2.2 Prueba de fraguado .....	41
	5.2.3 Prueba de temperatura.....	43
	5.2.4 Prueba de eflorescencia .....	43
<b>5.3</b>	<b>ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD</b> .....	44
	5.3.1 Modelo Canvas.....	44
	5.3.2 Estructura de costos.....	45
<b>6</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	49
<b>6.1</b>	<b>EXPLORACIÓN FORMAL DE MATERIALES</b> .....	49
<b>6.2</b>	<b>CARACTERISTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS</b> .....	50
	6.2.1 Prueba de resistencia.....	50
	6.2.2 Prueba de temperatura.....	51
	6.2.3 Prueba de fraguado .....	52
	6.2.4 Prueba de eflorescencia .....	52
<b>6.3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL ECO - MATERIAL – ACABADO</b> .....	53
<b>6.4</b>	<b>ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD</b> .....	56
	6.4.1 Propuesta de valor.....	56
	6.4.2 Segmento de clientes .....	58
	6.4.3 Canales .....	59
	6.4.4 Relación clientes.....	60
	6.4.5 Fuente de ingresos .....	60
	6.4.6 Recursos clave .....	61
	6.4.7 Actividades clave .....	61
	6.4.8 Socios clave.....	62
	6.4.9 Estructura de costos .....	63
	6.4.10 Encuestas.....	66

**CONCLUSIONES** .....74  
**RECOMENDACIONES**.....76  
**REFERENCIAS** .....77  
**ANEXOS**.....82

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Impacto ambiental de los ladrillos convencionales con relación al Eco - Material fabricado .....	28
Tabla 2. Propiedades físico - químicas de la viruta de cuero.....	30
Tabla 3. Propiedades físicas de las resinas.....	31
Tabla 4. Exploración de materiales.....	36
Tabla 5. Resultados de compresión.....	39
Tabla 6. Resultados pruebas de compresión – fraguado.....	41
Tabla 7. Costos totales de producción del Eco - Material ladrillo.....	47
Tabla 8. Costos totales de producción del Eco - Material acabados.....	48
Tabla 9. Resultados de comprensión.....	50
Tabla 10. Resistencia mínima a la compresión – NTC 4205 .....	51
Tabla 11. Eco - Material acabado. ....	55
Tabla 12. Precios de los Eco - Material es.....	63
Tabla 13. Costos totales de Eco - Material ladrillo .....	63
Tabla 14. Costos totales del Eco - Material acabado.....	64
Tabla 15. Parámetros evaluados – Método población finita. ....	65

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pruebas de compresión .....	40
Figura 2. Resultados de la prueba de compresión.....	41
Figura 3. Pruebas de fraguado .....	42
Figura 4. Prueba de temperatura .....	43
Figura 5. Prueba de eflorescencia .....	44
Figura 6. Resultados después de la prueba de eflorescencia .....	44
Figura 7. Modelo Canvas.....	45
Figura 8. Punto de equilibrio – Eco - Material - ladrillo.....	46
Figura 9. Punto de equilibrio – Eco - Material – acabados.....	48

## LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1. Proceso del curtido.....	24
Diagrama 2. Impacto ambiental de las curtiembres.....	26
Diagrama 3. Metodología.....	33
Diagrama 4. Propuesta de valor.....	57
Diagrama 5. Ventajas y Desventajas de los Eco materiales.....	58
Diagrama 6. Segmento de clientes.....	59
Diagrama 7. Canales.....	60
Diagrama 8. Recursos claves.....	61
Diagrama 9. Socios clave.....	62
Diagrama 10. Opinión de los productos.....	67
Diagrama 11. Aspectos de decisión de compra.....	67
Diagrama 12. Medios de comercialización.....	68
Diagrama 13. Medios publicitarios.....	69
Diagrama 14. Percepción del producto vs precio.....	70
Diagrama 15. Análisis de costo de Eco - Material ladrillo.....	71
Diagrama 16. Análisis de costo de Eco - Material acabado.....	72
Diagrama 17. Implementación de los productos.....	72
Diagrama 18. Razones por las que no implementaría los productos.....	73

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro fotográfico de los productos .....	83
Anexo B. Vistas detalladas del Eco - Material ladrillo .....	87
Anexo C. Vistas detalladas del Eco - Material acabado.....	88
Anexo D. Análisis de involucrados.....	89
Anexo E. Estrategias de involucrados .....	90
Anexo F. Identificación de actores del proyecto.....	91
Anexo G. Mapeo de actores .....	92
Anexo H. Sugerencias del gremio constructor.....	93
Anexo I. Análisis de costos – Eco - Material ladrillo.....	96
Anexo J. Análisis de costos – Eco - Material acabados.....	97

## RESUMEN

Debido a los cambios en la cultura y en las tendencias de mercado en la construcción, las viviendas siempre se encuentran reinventándose. En la actualidad, como consecuencia del cambio climático y del abuso al que han sido sometidos los ecosistemas, es importante hacer una reflexión y pensar en el uso indiscriminado de materias que contaminan el medio ambiente. Es necesario cambiar esto y desarrollar insumos que tengan en cuenta la conservación de los recursos naturales. Es allí donde se desarrollan productos pensando en la sostenibilidad y en recuperar materias primas que se encuentran en desuso. Dentro de esta lógica surge el diseño de un Eco - Material, que puede ser aprovechable en distintas áreas comerciales. Este proyecto, se desarrolló dentro de la posibilidad de transformar la viruta de cuero, por medio del diseño de un Eco - Material ladrillo y Eco - Material acabado que puedan ser útiles en los proyectos de construcción.

El objetivo del proyecto es elaborar un Eco - Material a partir de la viruta de cuero para la construcción de edificaciones, diseño de interiores de oficinas y habitaciones. La metodología que se empleó en el proyecto fue la exploración formal para seleccionar un proceso adecuado para la elaboración de los productos anteriormente planteados. Así mismo, se planteó una evaluación de las características físicas y mecánicas desde el punto de vista técnico, por medio de **pruebas de compresión, fraguado, temperatura y eflorescencia**. Finalmente se desarrolló un estudio de prefactibilidad comercial de cada producto a través del Modelo Canvas, con el propósito de identificar los actores claves del proyecto y el desarrollo de la estructura de costos de cada producto. Con la fabricación de dichos elementos se espera obtener resultados favorables económicos, sociales y ambientales en cuanto a la creación de un Eco - Material a partir de la viruta de cuero.

## PALABRAS CLAVES

Viruta de cuero, Curtiembres, Eco - Material es, Ladrillo, Acabados.

## **ABSTRACT**

Due to changes in culture and market trends in construction, residences are always reinventing themselves. Currently, as a consequence of climate change and the abuse that ecosystems have sometimes been, it is important to reflect and think about the indiscriminate use of materials that pollute the environment. It is necessary to change this and develop inputs that take into account the conservation of natural resources. It is there where you can find products thinking about sustainability and recovering raw materials that are not in use. Within this logic arises the design of an ecological material, which can be used in different commercial areas. This project is developed within the possibility of transforming the leather chip, through the design of an ecological brick material and ecological finished material that can be useful in construction projects.

The objective of the project is to develop an ecological material from leather shavings for the interior design of offices and rooms. The methodology used in the project is formal exploration to select a suitable process for the elaboration of the previously proposed products. Likewise, the evaluation of the physical and mechanical characteristics from a technical point of view is proposed, through compression, fragmentation, temperature and efflorescence tests. Finally, a commercial prefeasibility study of each product is identified through the canvas model, in order to identify the key actors in the project and the development of the cost structure of each product. With the manufacture of these elements, it is expected to obtain favorable economic, social and environmental results in terms of creating ecological materials from leather shavings.

## **KEYWORDS**

Leather shavings, Tanneries, Eco - Materials, Brick, Finishes.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto busca dar una solución a la problemática que se presenta en la actualidad a causa de la gran cantidad de residuos de cuero que se generan, debido a que la mayoría de empresas de curtiembres solamente aprovechan una parte del producto para la producción de zapatos, chaquetas, bolsos y demás artículos derivados del cuero, pues aquellas sobras resultantes de los procesos de curtido se denominan viruta, la cual es considerada como un residuo inservible, lo que conlleva a que todos estos restos sean arrojados de manera directa en el suelo y fuentes hídricas, afectando con ello gran cantidad de especies tanto de flora como de fauna. (García Pantoja & Gutiérrez rojas, 2006). A partir de ello, surge la necesidad de implementar un producto en donde se aprovechen todos estos residuos del cuero, disminuyendo con ello, toda la contaminación que se genera a causa de ello y obteniendo un producto innovador que mejore la estructura de las viviendas, reemplazando aquellos productos como el mármol, la madera, el concreto y demás materiales que requieren de un alto gasto energético y explotación de recursos naturales. El diseño de un Eco - Material, representaría un producto con un valor agregado que sería de gran interés en el gremio de la construcción por ingenieros y arquitectos.

El desarrollo del proyecto se dividió en tres partes importantes, la primera es la exploración formal para seleccionar un proceso adecuado para la fabricación de un Eco - Material ladrillo y acabado. Seguido de ello, se realizó una evaluación de las características físicas y mecánicas desde el punto de vista técnico, por medio de pruebas de resistencia, fraguado, temperatura y eflorescencia. Finalmente se desarrolló un estudio de Prefactibilidad comercial de cada producto a través del Modelo Canvas, con el propósito de identificar los actores claves del proyecto y el desarrollo de la estructura de costos de cada uno de los productos.

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la cantidad de residuos generados por las industrias es cada vez mayor y, una de ellas es el sector de las curtiembres, la cual se caracteriza por la gran cantidad de residuos que a diario se generan en el proceso de rebajado de las curtiembres. Hasta el momento, no existen mecanismos o estrategias que estén encaminadas al adecuado aprovechamiento de estos desechos, lo que ha generado una grave problemática ambiental, a causa de que estos restos que se generan durante las actividades productivas son vertidos en los ríos, bosques y demás ecosistemas, afectando gran cantidad de especies y a su vez contaminado poco a poco los recursos naturales.

Según Bermúdez (2013), se estima que durante la producción de cuero se originan 150.000 toneladas de residuos por año en todo el mundo. Una cifra bastante alta para un producto que puede ser empleado en la creación e innovación de nuevos bienes que mejoren la calidad de vida de las personas y a su vez, disminuyan los graves impactos que a diario generan las curtiembres en los ecosistemas con todos sus desechos.

En la actualidad los materiales convencionales de la construcción son fabricados a partir de insumos como mármol, madera y concreto. Este proyecto busca sustituir una parte de dichos elementos en este gremio, debido a que generan un gran impacto como es la explotación de canteras, bosques y otros recursos para su fabricación.

Por ello se pretende dar a conocer productos totalmente amigables con el medio ambiente que beneficie tanto al sector de las curtiembres, como al gremio constructor. Este proyecto se realizó empleando los residuos de cuero (viruta), con la finalidad de obtener un producto o material de construcción que puede denominarse Eco - Material que tiene características resistentes y duraderas que cumpla con las normas técnicas colombianas de construcción (NTC - 4205) que regula las Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y Bloques cerámicos para que de esta manera pueda ser empleado en diferentes proyectos de construcción.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar un Eco - Material a partir de la viruta de cuero para la construcción de edificaciones, diseño de interiores de oficinas y habitaciones.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un Eco - Material explorando diferentes materiales, tamaños y formas.
- Evaluar las características físicas y mecánicas del producto según la norma NTC-4205 para el gremio de la construcción.
- Estudio de Prefactibilidad comercial como nuevo producto en el gremio de la construcción.

## **1 ANTECEDENTES**

Las curtiembres se caracterizan por la gran cantidad de residuos que generan a diario, por lo cual se considera una de las actividades que más causa impactos en el ambiente. Desde el momento que se sacrifica el animal, hasta el punto en que se lleva al mercado. El producto genera un alto porcentaje de residuos sobrantes (Nithya & Joseph, 2009). En su mayoría estos residuos no son aprovechados de manera adecuada, debido a que estas industrias por lo general llevan sus desechos a un vertedero o simplemente son arrojados en los cuerpos de agua, sin el conocimiento de los graves impactos que esto pueda causar en el medio. (Tushar, et al., 2017).

### **1.1 USO DE LOS RESIDUOS DEL CUERO EN LA ACTUALIDAD**

A pesar de la gran problemática de los residuos del cuero, son pocas las estrategias que van encaminadas a darle un aprovechamiento adecuado a todos estos residuos. A continuación, se realiza una revisión de investigaciones en diferentes ámbitos con el fin de tener un marco de referencia para el desarrollo del proyecto.

#### **1.1.1 Ámbito internacional**

A nivel mundial se encontraron algunas investigaciones como la elaboración de biocompuestos a partir de desechos provenientes de estas industrias (Tushar et al., 2017). De igual manera, se destaca un estudio en donde se emplea este material como componente para la elaboración del caucho, pues a pesar de ser un producto residual mejoró la calidad al incrementar la resistencia y rigidez superando a los cauchos convencionales (Sabbagh & Mohamed, 2011). Así mismo, se encontró un estudio realizado por (Yilmaz et al., 2007), quienes llevaron a cabo la utilización de residuos sólidos de la industria del cuero como fuente de combustión, en la cual se trató los residuos mediante pirolisis como: virutas de cuero curtidas al cromo y/o con tintes vegetales. Este proyecto mostró

características interesantes, debido a que este método podría ser una de las principales fuentes de producción de combustibles dado que se ha presentado una disminución de las reservas mundiales del crudo.

De igual modo se encuentra el estudio realizado por (Lua et al. 2004; San Miguel et al., 2003) en donde plantean la realización de materiales carbonosos por activación química y por activación física, demostrando, cómo la aplicación potencial de carbones activados a partir de virutas de cuero con anilinas vegetales es una buena alternativa como agente adsorbente para la eliminación de fenoles, azul de metileno y cromo hexavalente de aguas contaminada.

### **1.1.2 Ámbito nacional**

En el ámbito nacional se encuentran algunas investigaciones como la de (Barinas & Manotas, 2012; Aranda & Clavijo, 2014; Viveros & González, 2012; Reyes & Pinzón, 2013; Menjura, 2014), en donde realizan un estudio basado en la utilización de residuos de cuero para la modificación de asfalto. Con este proyecto se han orientado a estudiar el comportamiento físico-mecánico del cemento asfáltico modificado con este tipo de desechos. De igual manera, es importante mencionar el estudio realizado por (Velásquez Restrepo, Giraldo Vásquez y Cardona Vásquez, 2015), en donde se realiza una recopilación de diferentes proyectos encaminados al aprovechamiento de los residuos generados en las curtiembres. Entre estos se destacan, la producción de combustibles sólidos a partir de la pirólisis de estos desechos, la obtención de biodiesel empleando la transesterificación, y el mejoramiento del asfalto por medio de una mezcla a la que se le adhiere las sobras del cuero, obteniendo con ello un pavimento con mejores características al que comúnmente se aplica en las vías.

## **1.2 ECO - MATERIALES EN LA ACTUALIDAD**

Es de relevancia mencionar que en la actualidad no existe un proyecto en donde se diseñe un Eco - Material para las viviendas a partir de los residuos generados

en las cortineras. Según la búsqueda bibliográfica, la mayoría de eco productos de construcción son realizados empleando residuos totalmente distintos. A continuación, se revisan algunas investigaciones en el ámbito e internacional

### **1.2.1 Ámbito internacional**

A nivel global se encontraron algunos artículos en donde se aprovechan los residuos para la producción de Eco - Material es, entre estos está la creación de un ladrillo a partir de un suelo arcilloso. Con este proyecto se buscaba realizar un ladrillo semejante al adobe que se empleaba hace muchos años en el sector de la construcción, pero a diferencia de este se trata de producir un conglomerado con mejores características, para ello emplearon los residuos de la cáscara del arroz con la finalidad de usarlo como aditivo para aumentar la resistencia del producto y así superar a los ladrillos convencionales que actualmente se emplean en la elaboración de cualquier edificación. A partir de todos los análisis realizados en esta investigación, lograron establecer que el tiempo de curado del ladrillo debe ser de 56 días con la finalidad de obtener una resistencia adecuada para poder emplear el Eco - Material en la construcción (Laguna, 2011).

Por otra parte, se encuentra el estudio realizado por (Muñoz, P., Morales, M. P., Mendivil, M. A., Juárez, M. C., & Muñoz, L. (2014). En dónde se desarrollaron ladrillos de arcilla utilizando como aditivo un residuo denominado orujo que se produce en las industrias del vino. En este proyecto se determinó la absorción de agua y la resistencia a la compresión de los ladrillos. Por lo que la absorción de agua y la resistencia a la compresión del ladrillo cumplen con los estándares de la norma. Por otro lado, el estudio demostró una nueva forma de fabricación mediante la utilización de nuevos residuos, con este sistema se logra un mejor aislamiento del recinto de los edificios al reducir su conductividad térmica hasta un 25%.

### 1.2.2 **Ámbito nacional**

Entre estos se encuentra la elaboración de ladrillos a partir de cemento y escamas de PET, lo cual fue un estudio que obtuvo éxito, debido a que al realizar las respectivas pruebas de resistencia y compresión se determinó que cumple con la NTC 673, puesto que la muestra presenta un esfuerzo de compresión de 5600 kgf en comparación con los ladrillos comerciales, que por lo general resisten un esfuerzo máximo de 4480 kgf (Martínez Amariz & Cote Jiménez, 2014). Igualmente se encuentra el estudio realizado por miembros de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira por medio de su grupo de investigación en agua y saneamiento, quienes realizaron un estudio con el fin de evaluar el uso de lodos aluminosos como agregado en la fabricación de ladrillos cerámicos, aprovechando la composición química de estos lodos estabilizados e inmovilizando sus elementos tóxicos. Los autores afirmaron que la composición mineralógica, tamaño de partículas y la plasticidad de los lodos generados por la planta de potabilización de la ciudad de Pereira, eran un material no apto para ser empleados como agregados en la fabricación de ladrillos cerámicos. Lo cual recomiendan sustituir la arena por lodos aluminosos para la fabricación de los ladrillos en valores superiores al 50%. (Hernández et al, 2006)

También se encuentra el estudio realizado por Quinchía en donde se busca emplear los lodos provenientes de la industria papelera en la elaboración de paneles prefabricados para la construcción. Este trabajo consistió en la elaboración de paneles prefabricados como elementos no estructurales para la construcción, a partir del aprovechamiento de los lodos residuales del tratamiento de las aguas servidas de la industria papelera. Según el autor, la construcción de paneles a partir de lodos de industrias manufactureras de papel constituye un valioso aporte, no solo por el desarrollo de un material que puede ofrecer ventajas competitivas en el mercado de la construcción como material no estructural, si no por el reciclaje de un residuo industrial de alta generación. (Quinchía et al,2007).

## 2 MARCO REFERENCIAL

**Aprovechamiento de residuos:** (Casas & Sandoval, 2014; Cabrera, 2016) Establecen el concepto con base a que “se han presentado diferentes desarrollos de nuevas tecnologías que utilicen residuos o subproductos generados para la producción de productos o sustancias con valores agregados”.

**Acabados de interiores:** Gutiérrez (2002). Define que los acabados de interiores son las partes que más están en contacto con el hombre y a pesar de que se encuentran sometidos a factores atmosféricos mínimos, deben cumplir con algunos requerimientos acústicos, lumínicos y térmicos.

**Bioconstrucción:** Según Karimi (2011), se le denomina bioconstrucción a cualquier edificación que haya sido construida a partir de materiales de bajo impacto ambiental y ecológico, como los son el material reciclable y los materiales extraídos mediante procesos sencillos y de bajo costo.

**Construcción sostenible:** La construcción sostenible requiere que toda edificación sea eficiente en cuanto al consumo energético y agua, así mismo, que el malgasto de material durante la construcción sea nulo. Por otro lado, se deben tratar de emplear en su mayor proporción materiales reciclables con el fin de reducir la explotación de los recursos no renovables. (Bautista Gordillo & Loaiza Elizalde, 2017),

**Economía circular:** (Braungart M, McDonough W. Cradle to Cradle, 2005) Proponen un cambio de conciencia de “reducir, reutilizar y reciclar” para determinar una transformación más profunda, que ayude a reducir los impactos causados por las actividades humanas sobre el medio ambiente.

**Estudio de Prefactibilidad:** Según Andino, J. E. M. (2012). Consiste en un análisis preliminar de la idea del proyecto, con el objetivo de verificar la viabilidad como actividad del proyecto. El propósito del estudio es limitar los costos durante el cual se puede rechazar la idea del proyecto.

**Eflorescencia:** Aparición de manchas blancas debidas a depósitos salinos. Por lo general, los ladrillos con mayor porosidad o texturas son los que tienen mayor tendencia a eflorescer. (Rincón, J. M., & Romero, M. (2000).

**Materiales de construcción no convencionales:** (Álvarez Otálora, Batanero Soto, & Berrio Hernández, 2012) explican que los materiales no convencionales son todos aquellos que mejoran la rentabilidad, la calidad de vida de los habitantes y a su vez, ayudan a mitigar el impacto ambiental en el ambiente, entre estos se destacan especialmente los derivados del material reciclable.

**Mampostería:** La mampostería es una serie de piezas unidas entre sí, por medio de un material ya sea barro o cemento. Cada una de estas unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (bloques, ladrillos). (Páez, 2006).

**Norma técnica colombiana NTC – 4205:** Esta Norma fija los requisitos que deben cumplir los ladrillos utilizados como unidades de mampostería.

**Modelo Canvas:** Según Herrera, D. C. F. (2015). El Modelo Canvas, permite establecer una relación lógica entre los componentes de la organización y los factores que influyen para que tengan o no éxito. Esta metodología proporciona identificar los factores que influyen para que una idea tenga o no éxito. Cabe resaltar que el fundamento de este modelo es examinar las ideas que si no hay material sustentado para rellenar el modelo la idea pierde factibilidad.

**Proceso de curtido:** Proceso por el cual se produce un material resistente y a la vez se puede realizar de dos formas: curtido con cromo y curtido con tanino. (Rivera, J. L. C. 2006).

**Proceso de rebajado:** Según la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2015). en este proceso final se le determina un calibre adecuado a la piel mojada, utilizando una máquina provista de cuchillas que giran a gran velocidad.

**Resistencia:** Es una prueba que se usa como control de calidad de los materiales y principalmente se realiza para conocer su materia prima y determinar la resistencia a la compresión del ladrillo.

**Sustentabilidad:** (Foladori, G. 1999). Resalta en su artículo que aquel “responde a las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin

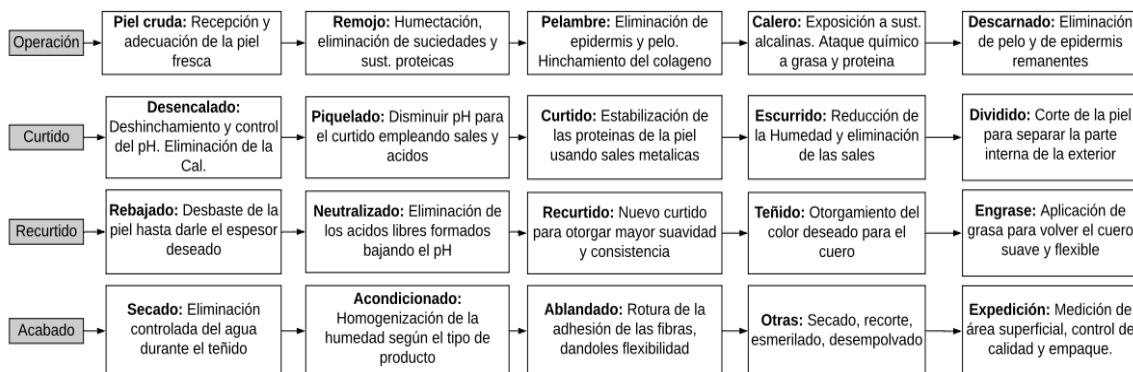
comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras”. Es por ello que se debe pensar en las garantías de nuevas generaciones buscando un desarrollo y equidad de estas mismas.

### 3 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MERCADO DEL CUERO

Las curtiembres son industrias que se encargan de realizar el proceso que transforma las pieles de varias especies animales hasta hacerlas permanentemente imputrescibles, donde conservan su estructura natural y su resistencia y flexibilidad. (NPCS, 2005). Estas industrias generan diferentes tipos de residuos en diferentes procesos, en la cual se presentan cuatro subgrupos que a su vez implican múltiples tareas, los cuales son: operación, curtido, recurtido y acabado (Beghetto et al., 2013). Como se esquematiza en el Diagrama 1.

Diagrama 1. Proceso del curtido



Fuente: Elaboración propia basado de Beghetto et al., 2014; Cooman et al., (2003).

La mayoría de los residuos sólidos corresponde a la piel defectuosa no procesada, trozos de cuero procesados y otros, que representan más de 150.000 toneladas por año en todo el mundo (Bermúdez, 2013), Estos residuos contienen diferentes metales y productos químicos que incluyen cromo, titanio y otros (El-

Sabbagh y Mohamed, 2011). Es por eso de gran importancia encontrar alternativas para darles un valor a este tipo de residuos, ofreciendo una economía circular para esta industria para dejar de disponerlos en los vertederos o cuerpos de agua.

La distribución de curtiembres en Colombia según (Martínez Buitrago & Romero Coca, 2018), se encuentra en el departamento de Cundinamarca y la ciudad de Bogotá en la cual presenta el mayor porcentaje de curtiembres con un 81.32% de todas las curtiembres existentes en el país. Las curtiembres que trabajan en esta zona del país fabrican un promedio de 103.000 cueros que equivale el 38% del total nacional. Por otro lado, El departamento de Nariño participa con el 9.64% y el 9.03% restante se distribuye entre Quindío, Valle del Cauca, Antioquia, Atlántico, Bolívar y Risaralda (CAR, 2013).

Es importante resaltar que las capacidades de producción de curtidos son diferentes en distintas partes del mundo, en la cual la cantidad de residuos que se producen varía significativamente. (Islam et al. 2014). Por otra parte, existen pocos estudios en que se valore los residuos de la viruta de cuero para convertirlos en nuevos productos como, por ejemplo, materiales, insumos los cuales debería ser el principal objetivo de diferentes proyectos de investigación (Lin et al. 2012; El-Sabbagh y Mohamed, 2011).

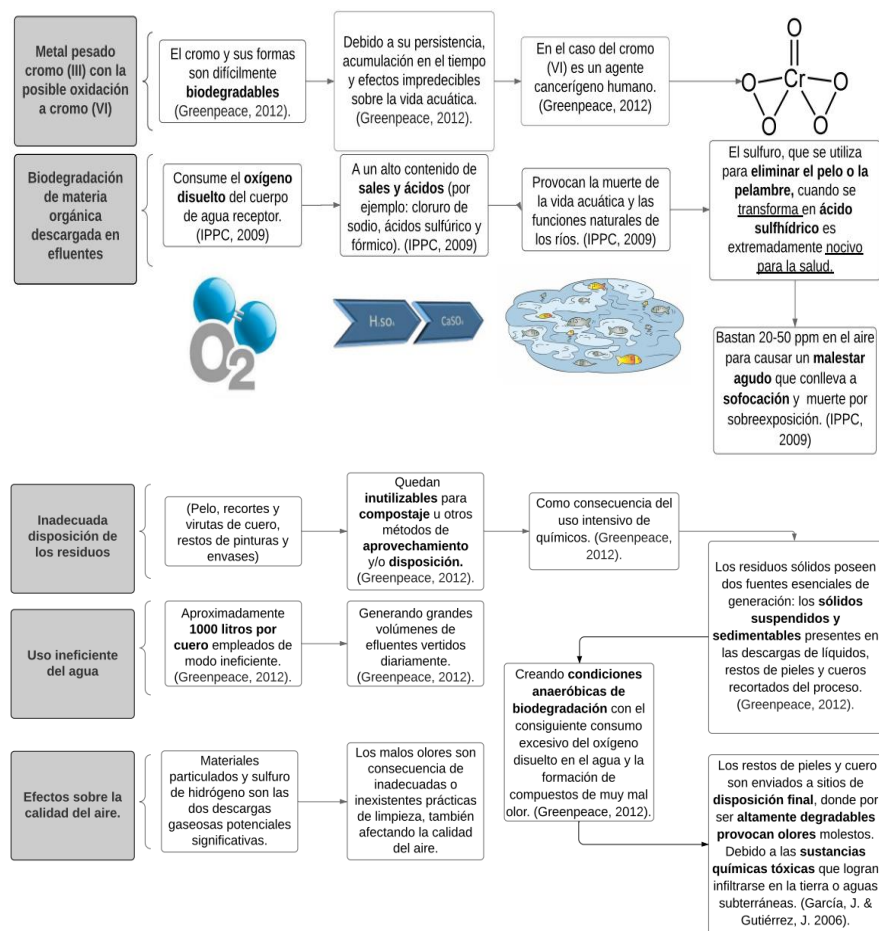
### **3.1.1 Impacto ambiental de las curtiembres**

Las curtiembres generan una gran cantidad de impactos tanto en el agua y el suelo, las aguas resultantes de los procesos de curtición son depositadas sin ningún control en las fuentes de agua. Generando el consumo de oxígeno disuelto del cuerpo receptor, lo cual produce la muerte de la vida acuática y las funciones naturales de los ríos. El cromo (III) es un metal pesado con la posible oxidación a cromo (VI), el  $Cr^{3+}$  puede ser oxidado a la forma Hexavalente a un pH entre 5.5 y 6, proceso que es beneficiado por la presencia de óxido de manganeso. (Lenntech, 2008).

En los suelos, el  $\text{Cr}^{3+}$  es relativamente inmóvil debido a su gran capacidad de adsorción en los suelos, pero el  $\text{Cr}^{6+}$  es muy inestable. Las reacciones redox afectan la biodisponibilidad y la toxicidad del mismo. La oxidación puede ocurrir en presencia de óxidos de Fe y Mg, en suelos frescos y húmedos (anaeróbicos) y en condiciones levemente ácidas. La reducción puede ocurrir en presencia de sulfuros y Fe (II). (Rana, P. et al. 2004).

Por otra parte, se presenta la inadecuada disposición de los residuos lo cual quedan inutilizables para su aprovechamiento como consecuencia del uso intensivo de químicos.

Diagrama 2. Impacto ambiental de las curtiembres



Fuente: Elaboración propia basado en Greenpeace, (2012)

## 3.2 EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Por otro lado debido a que las exigencias del hombre han sido cada vez mayores, a causa de la gran cantidad de necesidades que diariamente necesita satisfacer, situación que ha obligado a que todo nuestro entorno evolucione acorde a el nivel de nuestros requerimientos, entre estos se encuentra la construcción, una actividad que ha presentado a lo largo de los años gran cantidad de cambios, pasando de pequeñas chozas a lo que hoy en día podemos apreciar como edificios, casas y demás edificaciones que son indispensables para poder desarrollar nuestras diferentes actividades diarias.

Pues la construcción se divide especialmente en tres edades importantes, la primera de ellas es la edad artesanal, en donde se emplearon inicialmente materiales totalmente naturales a base de la madera, el barro y la piedra, posterior a ello gracias a actividades como la carpintería, la cantería y albañilería, se perfeccionó la técnica dándole una mejora a los distintos materiales y reemplazando algunos de ellos, por ejemplo el barro empleado en el revestimiento de cabañas fue sustituido por el yeso, así mismo se da origen a la cerámica y al cal a partir de la arcilla y de la piedra caliza, la cual se descarbonatada empleando elevadas temperaturas. Durante este mismo periodo de tiempo se empieza a aprovechar el bronce y posterior a este el hierro, los cuales ayudaron a mejorar los utensilios y algunas herramientas de trabajo. La segunda edad es la industrial, la cual afecta inicialmente a los materiales, para posteriormente modificar por completo las diferentes técnicas de construcción. Durante este periodo de tiempo se lograron emplear temperaturas muy altas para la elaboración de los diferentes productos, logrando a partir de ello un aumento en la producción y un cambio en las características de estos. De igual manera se origina el acero y el cemento, dando inicio a un nuevo sistema de construcción, con mayor resistencia y mejores acabados. (Domínguez, 2005). Por último, tenemos la edad postindustrial, que es la época actual, caracterizada especialmente por la gran cantidad de investigaciones en materiales de construcción como el vidrio y la cerámica, así como el surgimiento de selladores,

adhesivos y fibras de alto módulo para conseguir materiales híbridos o compuestos. (Domínguez, 2005).

### 3.2.1 Impacto ambiental de los ladrillos convencionales con relación al Eco - Material fabricado

Tabla 1. Impacto ambiental de los ladrillos convencionales con relación al Eco - Material fabricado

Aspectos técnicos	Ladrillo cocido de arcilla	Ladrillo cocido de cemento	Ladrillo Eco Shape	
Contaminación	<b>CONTAMINACIÓN AL SUELO</b> Explotación de canteras produce excavaciones que no solamente afectan al paisaje si no también la estructura y configuración del terreno ocasionando <b>deforestación, pérdida de la capa productiva y erosión</b>	<b>CONTAMINACIÓN AL SUELO</b> El proceso de refinamiento ocasiona una mayor contaminación, debido al alto <b>contenido de sílice y alúmina</b> en las <b>materias primas</b> .	<b>CONTAMINACIÓN AL SUELO</b> No se realiza ninguna afectación al suelo, debido a que los ladrillos se fabrican a base de un residuo denominado "Viruta de cuero", que se genera en las industrias de las curtiembres en una cantidad de 2.8 toneladas mensuales.	
	<b>CONTAMINACIÓN AL AGUA</b> El proceso de la <b>humidificación</b> requiere cantidades considerables de agua para obtener la masa de moldeo. Las aguas residuales producen gran contaminación por los <b>silicatos</b> contenidos.		<b>CONTAMINACIÓN AL AGUA</b> Para la fabricación de los ladrillos no se requiere del recurso hídrico.  Por otra parte, las industrias de las resinas presentan aguas residuales con posibles cargas elevadas de compuestos orgánicos, las cantidades relativamente grandes de disolventes usados y de residuos no reciclables, así como el consumo energético.	
	<b>CONTAMINACIÓN DEL AIRE</b> Presencia de gases contaminantes: <b>Monóxido, dióxido de carbono, azufre, plomo y material particulado</b> . Producidos por la combustión de los hornos.		<b>CONTAMINACIÓN DEL AIRE</b> No hay proceso de cocción en la fabricación de los ladrillos y acabados geométricos.  Los impactos ambientales clave del sector de las resinas son las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs),	
	<b>PROCESO DE FABRICACIÓN</b> 1. Tratamiento mecánico primario. 2. Deposito de materia prima procesada. 3. Humidificación. 4. Moldeado. 5. Secado. 6. Cocción. 7. Almacenados de productos terminados.  <b>Gas natural</b> Para reducir costos y la contaminación de la atmósfera, en el proceso de cocción la industria a optado por reemplazar el combustible de las máquinas por gas natural. Los problemas de la tecnología es que hay altos costos de instalaciones.		<b>PROCESO DE FABRICACIÓN</b> 1. Recolección de materia prima. 2. Aplicación de material aglutinante. 3. Aplicación con figuras geométricos. 4. Secado. 5. Acabado final.  El proceso de fabricación del eco material es menos complejo, debido a que requieren menor cantidad de mano de obra, maquina y equipo especializadoa comparación de los ladrillos conveccionales.	<b>PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA RESINA</b>  El número de operaciones/procesos utilizados, que incluyen la preparación, la reacción en sí y la separación de productos, se mantiene relativamente bajo. En muchos casos son necesarios procesos de calentamiento, refrigeración o aplicación de vacío o de presión. Los inevitables flujos de residuos se tratan en sistemas de recuperación y/o reducción o se eliminan como residuos.
Tecnologías				

Fuente: Elaboración propia basado en Apaza, M. C. (2013).

Existen diferentes impactos para la fabricación de materiales convencionales como el ladrillo cocido de arcilla y cemento. Según Rincón, C. D., Gil, J. C., Fabián, C. L., & Caro, C. A. (2017), el impacto en el suelo se genera a través de la explotación de materias primas, lo cual afecta el paisaje y la configuración de terrenos ocasionando deforestación, pérdida de la capa productiva y erosión. Por otra parte, el proceso presenta una desventaja debido a que en la extracción mecánica genera emisiones por la maquinaria pesada que contribuye con las otras emisiones que se generan en los demás procesos.

Según Jiménez-Quero, V. G. (2015), para fabricar un kilo de ladrillos en el proceso de humidificación se debe gastar 1.89 litros de agua para obtener una masa de moldeo en la fabricación de las unidades de mampostería.

En el caso de la contaminación del aire para fabricar un kilo de ladrillos se generan 270 gramos de emisiones de  $CO_2$ , procedentes de los hornos en la etapa de cocción donde causa efectos directos e indirectos sobre la salud humana, la flora, la fauna y contribuyen al cambio climático. Los gases que se generan en este proceso son el monóxido de sodio, dióxido de carbono, azufre, plomo y material particulado producidos por la combustión de los hornos.

Los procesos de fabricación de los materiales convencionales se dividen en fases en la cual poseen un gasto de materias primas, recurso hídrico y gasto energético, en comparación con la fabricación de los Eco - Materiales no es necesario de la utilización de estos recursos, debido a que están elaborados de un residuo y no necesitan de hornos que generan emisiones. Por otro lado, la utilización de la resina para la fabricación de los Eco – Materiales se llevó a cabo debido a las características de alta resistencia, y una vez el producto se introduzca en el gremio constructor es una de las propiedades que el producto debe cumplir para que sea utilizado como unidad de mampostería estructural o no estructural.

### 3.3 INSUMOS

A continuación, se menciona los insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto con sus respectivas características y propiedades físicas y/o químicas.

#### 3.3.1 Viruta de cuero

Según Bermúdez, (2013) “son trozos de cuero procesados que representan más de 150.000 toneladas por año en todo el mundo, los cuales contienen metales y productos químicos que incluyen cromo, titanio y otros elementos” Por esa razón es importante encontrar opciones para estos distintos residuos, ofreciendo alternativas para que no terminen en los diferentes cuerpos de agua.

#### 3.3.2 Propiedades físico - químicas de la viruta de cuero

Las propiedades de la viruta de cuero nos permiten conocer si es un residuo con buenas características que nos permita visualizar su aptitud para ser utilizado como material aislante térmico para llevar a cabo la producción de los Eco - Material es. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades físico - químicas de la viruta de cuero

Propiedades Físico - Químicas del cuero			
Oxido de cromo ( $Cr_2O_3$ ) (%)	Nitrógeno Total (%)	Grasa (%)	Humedad (%)
4.3	14.3	0.8	(55 - 60)

Fuente: Elaboración propia basado Reyes Mena, C. M. (2016).

#### 3.3.3 Toxicidad de los residuos de viruta de cuero

Para los autores W. E. Rinehart & S. C. Gad (1986); Lenntech, (2008); N. Rajesh, & K. Yogesh, (2001) el  $Cr^{3+}$  posee menores efectos tóxicos que el  $Cr^{6+}$ , este último es reconocido por ser un compuesto cancerígeno, debido a que puede crear problemas agudos y crónicos en las personas. Así mismo, existen

diferentes tecnologías como materiales absorbentes, bio materiales, y bio tecnologías que permiten la remoción cromo.

Según P. Rana et al., (2004) se puede modificar las características del  $Cr^{3+}$  a  $Cr^{6+}$  en la cual se produce una oxidación de estos elementos por medio de una resina de intercambio iónico.

Por otra parte, según Cavalcante et al., (2018) es importante tener claro que este residuo de viruta de cuero representa un riesgo leve para la sociedad, pues a pesar de las elevadas concentraciones de cromo que se adhieren al cuero para la elaboración de un producto, estos restos contienen un mínimo porcentaje de esta sustancia, por lo cual no son nocivos para el ser humano, todo ello demostrado a partir de pruebas de genotoxicidad.

### **3.4 RESINAS SINTÉTICAS**

Según Chung, D. (2010). son líquidos viscosos que por efecto de una reacción de endurecimiento forman una gran red molecular integrada por una serie de enlaces cruzados entre cadenas moleculares que dan forma a un sólido que no puede ser reprocesado. El curado se da por el desprendimiento de calor interno (reacción exotérmica) o por calor inducido. Estas resinas son normalmente isotrópicas, es decir que las propiedades son idénticas en todas las direcciones.

#### **3.4.1 Propiedades físicas resina sintética**

Existen distintas resinas que poseen diferentes propiedades físicas en la cual cada una tiene un distinto uso para una respectiva aplicación. En la tabla 3 se presenta las diferentes propiedades físicas de cada resina sintética.

Tabla 3. Propiedades físicas de las resinas

<b>Resina</b>	<b>Propiedades Físicas</b>
<b>Poliéster</b>	Alta flexibilidad - Resistente al calor - Resistente a los químicos y llama. Buenas propiedades mecánicas y eléctricas

<b>Policarbonatos</b>	Índice de refracción alto - resistente a la filtración y al manchado. Buenas propiedades eléctricas y térmicas
<b>Poliámidas</b>	Moldeo fácil - Resistente a la abrasión. Buena resistencia química. Bajo coeficiente a la fricción
<b>Celulósicos</b>	Excepcional dureza - Alta resistencia al impacto, fuerza y superficie lustre dieléctrica - Baja conductividad térmica
<b>Cloruro de polivinilo</b>	Alta resistencia química - Buena capacidad de mezcla con otro tipo de resinas
<b>Fluorocarbonosos</b>	Bajo coeficiente de fricción, permeabilidad, absorción de humedad y fuerza dieléctrica
<b>Acetato polivinilo</b>	Resistencia a la luz solar - No corrosivo - Resistente a los impactos. Resistente a la cizalladura

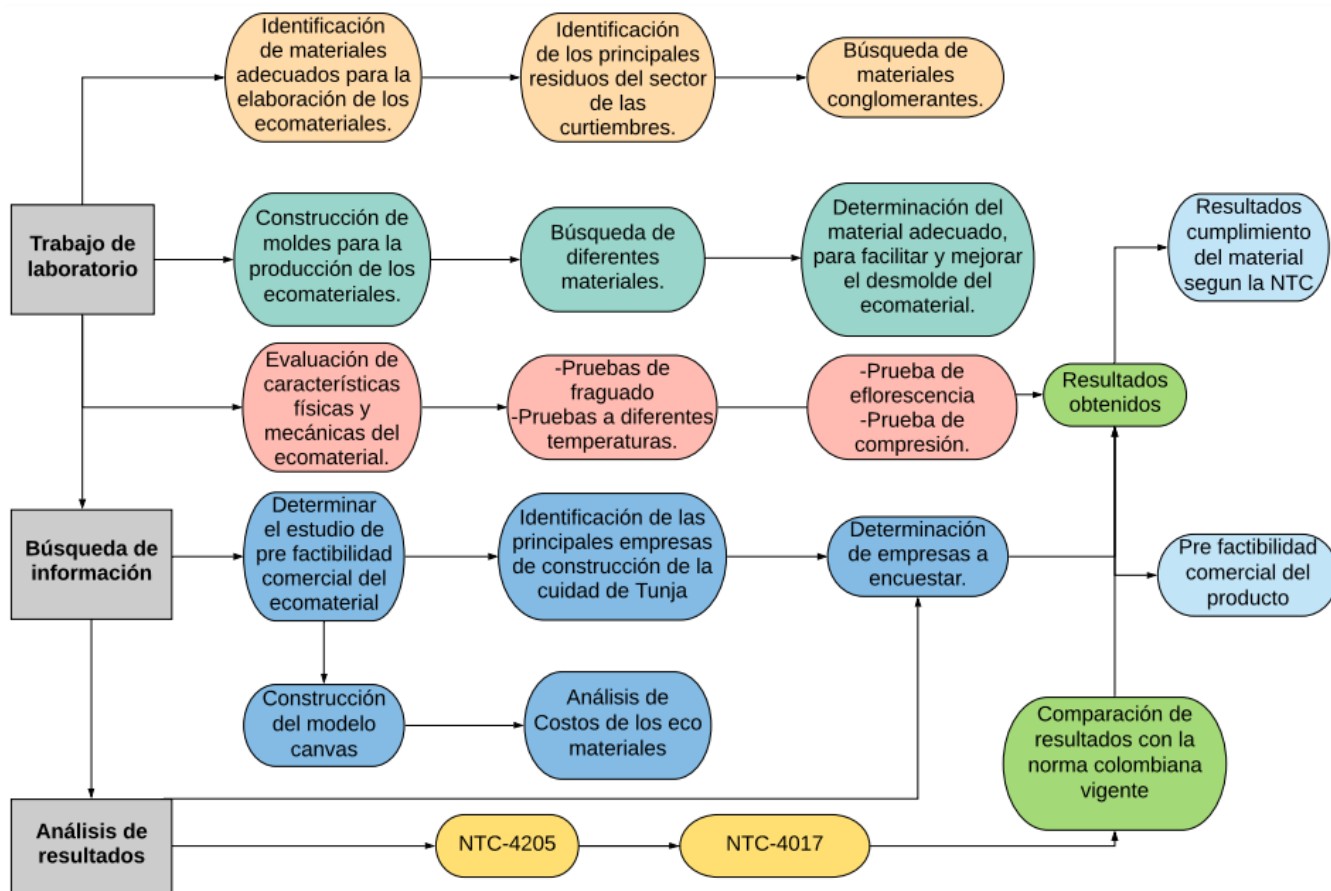
Fuente: Elaboración Propia Basado en Quiminet (2007).

Para efectos del proyecto se fabricó el Eco - Material con resina Poliéster, denominada Polymer Coating Hardener. Este insumo tiene unas excelentes características físicas en la cual se proporciona un producto resistente con buenas propiedades mecánicas. Además, se utiliza en la construcción para revestimientos y acabados como lacas cementos y pegamentos. (Padilla Alomoto, A. E. 2014).

La resina anteriormente mencionada permite impermeabilizar el cromo existente que se presenta en la viruta de cuero de los Eco - Materiales fabricados, lo cual reduce el riesgo de posibles afectaciones futuras en la salud de las personas.

## 4 METODOLOGÍA

Diagrama 3. Metodología



Fuente: Autores

#### **4.1 IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES**

La identificación de los materiales adecuados para la elaboración de los productos se realizó a partir de una exploración de diferentes insumos, hasta llegar a obtener un producto que cumpla con la normatividad actual del país. Cabe resaltar que durante este procedimiento no solamente se determinaron los insumos adecuados para la elaboración de los Eco - Materiales, sino que además de ello se establecieron las cantidades adecuadas de cada uno de los insumos empleados para así obtener resultados satisfactorios. Este procedimiento se desarrolló con la finalidad de consolidar dos productos denominados Eco - Material ladrillo y Eco - Material acabado para el gremio de la construcción.

#### **4.2 CONSTRUCCIÓN DE MOLDES**

Es importante resaltar que los moldes se fabricaron en materiales como madera, acrílico, lamina y plástico con el fin de establecer el material que presente mejores resultados al momento de desmoldar el producto final.

#### **4.3 EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS**

Para identificar las características tanto físicas como mecánicas del material se realizaron una serie de pruebas de laboratorio (fraguado, temperatura, compresión y eflorescencia), con la finalidad de determinar si el material cumple con la NTC 4205 basado en los métodos de ensayo de la NTC 4017.

#### **4.4 PREFACTIBILIDAD**

La Prefactibilidad comercial de los Eco - Materiales se determinó a partir de información solicitada a la cámara de industria y comercio de la ciudad de Tunja, lo cual ayudo a conocer un tamaño de muestra para analizar la percepción de los profesionales de la construcción con respecto a los productos fabricados. De esta manera se aplicó una serie de preguntas a este gremio, con el fin de conocer su punto de vista del producto teniendo en cuenta factores como su precio y los

lugares donde les gustaría obtener los productos. De igual manera, se realizó un Modelo Canvas con el fin de determinar los elementos indispensables para establecer una relación lógica entre los componentes de la organización y los factores que influyen para que tengan o no éxito el proyecto. Finalmente se estableció una estructura de costos para así ver la relación que existe entre los costos y los posibles beneficios que pueda traer el proyecto al ser implementado.

#### **4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS**




Los resultados obtenidos en las pruebas (fraguado, temperatura, compresión y eflorescencia) realizadas al Eco – Material fueron comparados con la NTC 4205 y NTC 4017, con la finalidad de determinar si los productos se podrían emplear en el sector de la construcción. De igual modo, se analizaron las respuestas obtenidas de las diferentes empresas de construcción encuestadas, para así definir finalmente si es viable o no emplear los Eco - Materiales en el gremio de la construcción.

## 5 RESULTADOS

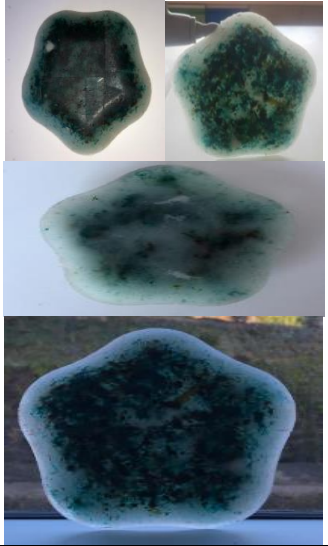


### 5.1 EXPLORACIÓN DE MATERIALES

A continuación, se presenta las diferentes pruebas que se desarrollaron para determinar la mezcla adecuada para la fabricación de los Eco - Materiales.

Tabla 4. Exploración de materiales

Actividad	Descripción	Registro fotográfico
<b>Teñido de viruta de cuero.</b>	En esta actividad se desarrolló el teñido de la viruta por medio de anilinas. Con el fin de fabricar los Eco - Materiales de diferentes colores	
<b>Secado de Viruta</b>	La viruta teñida se dejó al aire libre para eliminar la humedad y pueda ser utilizada en el proceso de producción de los Eco - Materiales	
<b>Primera prueba</b>	Se emplearon (52,3 g) de Viruta de cuero y (350 ml) de resina. En esta prueba se llevó la mezcla a un molde geométrico de aluminio. Posteriormente, se trasladó a la mufla para agilizar el proceso de secado. En esta prueba no se obtuvo un resultado adecuado debido a que la resina en calor no proporciona un efecto adecuado.	

<p><b>Segunda Prueba</b></p>	<p>Se empleó un molde de plástico con mayor cantidad de resina (150 ml) y menor cantidad de viruta de cuero (18,8 g).</p>	
<p><b>Tercera Prueba</b></p>	<p>Se empleó (Viruta de cuero + Harina + Pegante Industrial + Aceite + Crema Hidratante)  En este producto se obtuvo una arcilla artesanal maleable.  4 tazas de viruta de cuero  3 Tazas de cola blanca  Pegamento Industrial.  2 Cucharadas de crema Hidratante.  1 Cucharada de Aceite</p>	

<p><b>Cuarta Prueba</b></p>	<p>Se empleó (180 ml) de Resina + (65 g) de Viruta de Cuero. En un molde de figura geométrica de estrella.</p>	
<p><b>Quinta Prueba</b></p>	<p>Se empleó una mayor cantidad de viruta (100 g) que de resina (200 ml). Debido a que en la prueba número cuatro se obtuvieron resultados satisfactorios. Se empleó un molde de madera de 6 cm x 7 cm.</p>	
<p><b>Sexta prueba</b></p>	<p>Para la sexta prueba se utilizó mayor cantidad de viruta que de resina, para así obtener resultados satisfactorios. Las proporciones empleadas fueron las siguientes: (125,7 g) de viruta y (220 ml de resina).</p> <p>Se empleó un molde plástico de 13 cm de largo x 5 cm ancho x 3 cm de alto. (195 cm<sup>3</sup>)</p>	

Fuente: Autores

## 5.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

Se realizaron pruebas de resistencia, fraguado, temperatura, y eflorescencia con el propósito de determinar si el Eco - Material ladrillo cumple con la NTC – 4205.

### 5.2.1 Pruebas de resistencia

Según la NTC - 4205 la prueba de resistencia a la compresión es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material en una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. Por consiguiente, se realizaron cinco ensayos con la finalidad de determinar la capacidad de carga del Eco - Material y a partir de ello se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5. Resultados de compresión

Ensayos	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (Kg)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia			
							MPa	Pa (Kg/cm <sup>2</sup> )	PSI	
1	181.51	13.15	5.12	2.55	20,450	1,057	28,93	295.1	4197	
2	182.75	13.15	5.12	2.55	20,480	1,064	28,01	285.65	4262	
3	181.54	13.15	5.12	2.55	20,430	1,057	26,99	275.23	3914	
4	182.38	13.15	5.12	2.55	20,450	1,062	28,44	290.1	4126	
5	182.43	13.15	5.12	2.55	20,440	1,062	27,81	283.6	4033	
								<b>Promedio</b>	4106.4	

Fuente: Autores

Carga de aplastamiento		
MPa	Pa (Kg/cm2)	PSI
29.8	303.7	4325
30.3	308.7	4396
30.1	306.93	4365
32.3	329.36	4694
31.2	318.12	4525

Fuente: Autores

Figura 1. Pruebas de compresión



Fuente: Autores

Figura 2. Resultados de la prueba de compresión



Fuente: Autores

### 5.2.2 Prueba de fraguado

La segunda prueba que se realizó al Eco - Material fue la de fraguado y compresión, con la finalidad conocer los cambios tanto físicos como mecánicos que presenta el material. Logrando con ello obtener los resultados que se pueden apreciar a continuación.

Tabla 6. Resultados pruebas de compresión – fraguado

Ensayos	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (Kg)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia		
							MPa	Pa (Kg/cm <sup>2</sup> )	PSI
1	182.41	13.15	5.12	2.55	20,420	1,062	29.2	297.75	4235
2	181.68	13.15	5.12	2.55	20,455	1,058	31.5	321.12	4576
3	182.3	13.15	5.12	2.55	20,460	1,061	30.7	313.05	4452
<b>Promedio</b>									4421

Fuente: Autores

Es importante mencionar que esta prueba se realizó con tres eco materiales que fueron sumergidos en el agua durante periodos de tiempo distintos, como se puede apreciar a continuación:

- El primer Eco - Material se introdujo en el agua durante un periodo de tiempo de 5 días y posterior a ello fue llevado al laboratorio para realizar la respectiva

prueba de compresión, con el fin de analizar los posibles cambios que el material pueda presentar al estar en contacto directo con el agua.

- El segundo Eco - Material fue sumergido en el agua 10 días y nuevamente se procedió a realizar la prueba de compresión con la finalidad de analizar los posibles cambios que pueda presentar el material.
- Para el último Eco - Material se llevó a cabo el mismo procedimiento, pero a diferencia de los anteriores este se mantuvo en contacto con el agua 15 días.

Cabe resaltar que los Eco - Materiales se sumergieron en el agua durante tiempos distintos, con el fin de determinar las variaciones que presenta los productos al estar en contacto directo con el agua, se buscó establecer si el tiempo que estuvieron en contacto los materiales con el fluido, es un factor que incide en la capacidad de resistencia y en las características físicas del Eco - Material.

Figura 3. Pruebas de fraguado



Fuente: Autores

### 5.2.3 Prueba de temperatura

La tercera prueba que se realizó al Eco - Material es la de temperatura, en donde se buscó someter tres Eco - Materiales a diferentes temperaturas con el propósito de analizar las variaciones en las características del material. para ello se empleó una mufla a temperatura de 20, 30 y 40 grados centígrados teniendo en cuenta que estas son las temperaturas más comunes de las diferentes ciudades del país.

Figura 4. Prueba de temperatura



Fuente: Autores

### 5.2.4 Prueba de efluorescencia

La cuarta prueba se realizó para identificar depósitos salinos que se forman en los materiales convencionales. Este procedimiento se basó en la NTC 4017 – Numeral 11 la cual estipula los Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla. Se sumerge parcialmente en agua destilada el Eco - Material de manera que la superficie opuesta corresponda a la cara vista en obra. Así mismo, se agregó sulfato de magnesio para acelerar el proceso e identificar posibles patologías en los Eco - Materiales fabricados. Este proceso se realizó durante un periodo de 7 días, en la cual los Eco - Materiales estuvieron protegidos por una cubierta para evitar su evaporación.

Figura 5. Prueba de eflorescencia



Fuente: Autores

Figura 6. Resultados después de la prueba de eflorescencia



Fuente: Autores

### 5.3 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

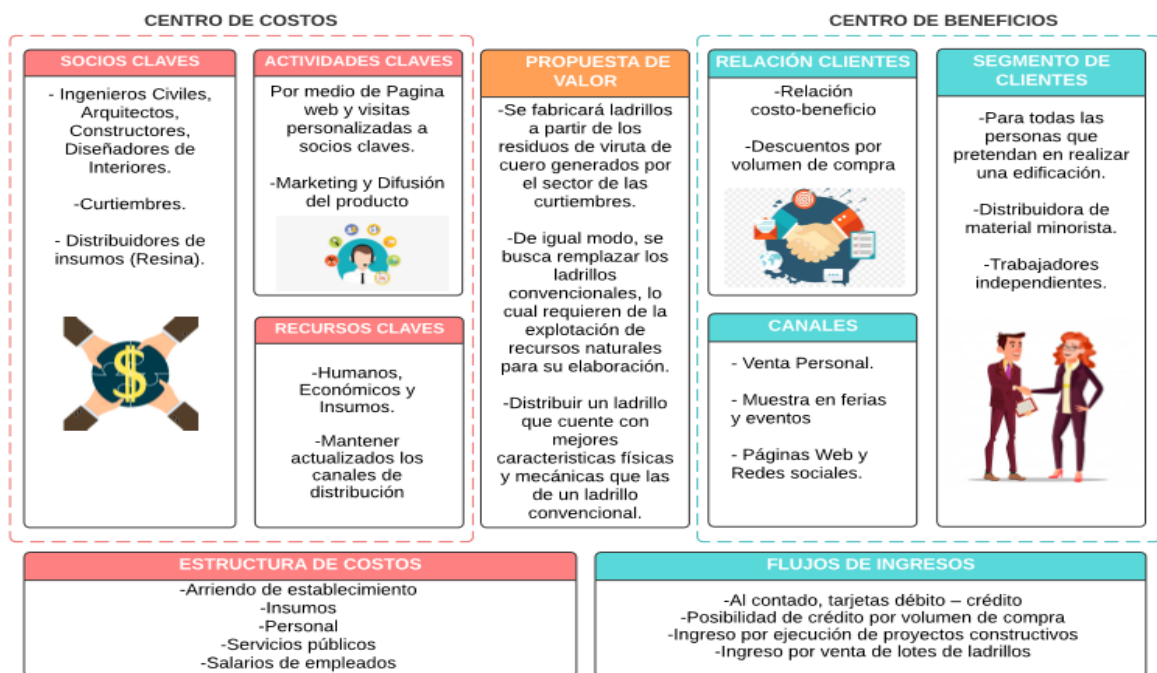
El presente estudio permitió realizar un análisis preliminar de la idea del proyecto con el fin de verificar su viabilidad. En esta etapa se estableció la estructura de costos por medio del Modelo Canvas, lo cual es una metodología que permite identificar los factores que influyen para que una idea tenga o no éxito.

#### 5.3.1 Modelo Canvas

Por medio de la metodología del Modelo Canvas se consolidó una alternativa real para agregar valor a la idea del proyecto. El modelo es un lienzo que permite la

evaluación del proyecto en 9 bloques. En la figura 7 se aprecia la propuesta de valor como eje central, lo cual parte el análisis de la idea de negocio. Por otro lado, se encuentra los canales y las relaciones con los clientes donde son determinados según el segmento o segmentos de clientes que se hayan identificado en el proyecto. Cabe mencionar que los recursos y las actividades claves determinan los socios claves. Desde el punto de vista gráfico, hay dos bloques que soportan todo el esquema y son la estructura de costos y la fuente de ingresos.

Figura 7. Modelo Canvas

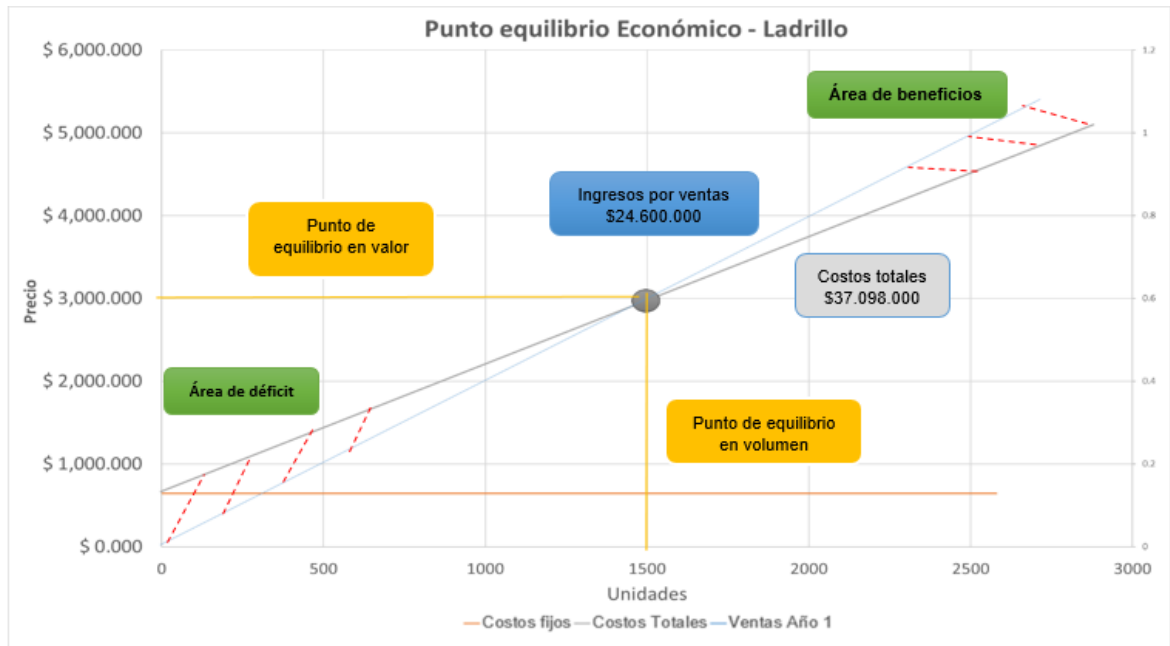


Fuente: Autores

### 5.3.2 Estructura de costos.

En la estructura de costos se tuvo en cuenta los costos directos e indirectos, fijos y variables. Con el fin de determinar aspectos importantes como precios de venta de cada producto. Lo cual se establecen las unidades a vender en el primer año de funcionamiento del proyecto. A continuación, se presenta el punto de equilibrio de cada producto donde permitirá aún antes de comenzar operaciones se sepa qué nivel de ventas se necesitará para recuperar la inversión.

Figura 8. Punto de equilibrio – Eco - Material - ladrillo



Fuente: Autores

Como se muestra en la figura 8 los costos fijos tienen una tendencia constante en el tiempo (línea horizontal) debido a que los factores involucrados se han fijado: Arriendo, internet – celular y publicidad. Los costos variables, se incrementan de acuerdo a las actividades del proyecto (parte desde el origen y tiene pendiente positiva).

La suma de ambos costos (costos fijos + costos variables) corresponde a los costos totales (Costos Totales). Es importante mencionar que una vez iniciado el proyecto comienza la carrera por cubrir los costos fijos y luego los costos variables (materias primas, mano de obra, transporte, electricidad, acueducto). Por otro lado, en la parte izquierda de la gráfica los costos totales son mayores a los ingresos totales, esa parte se denomina “área de déficit” (color verde).

El punto de equilibrio se conoce también como punto de quiebre, debido que al transponerse se abandonaría el área de déficit y se accede al área de beneficios. En la tabla 7 se observa los costos totales para la fabricación del Eco - Material - ladrillo.

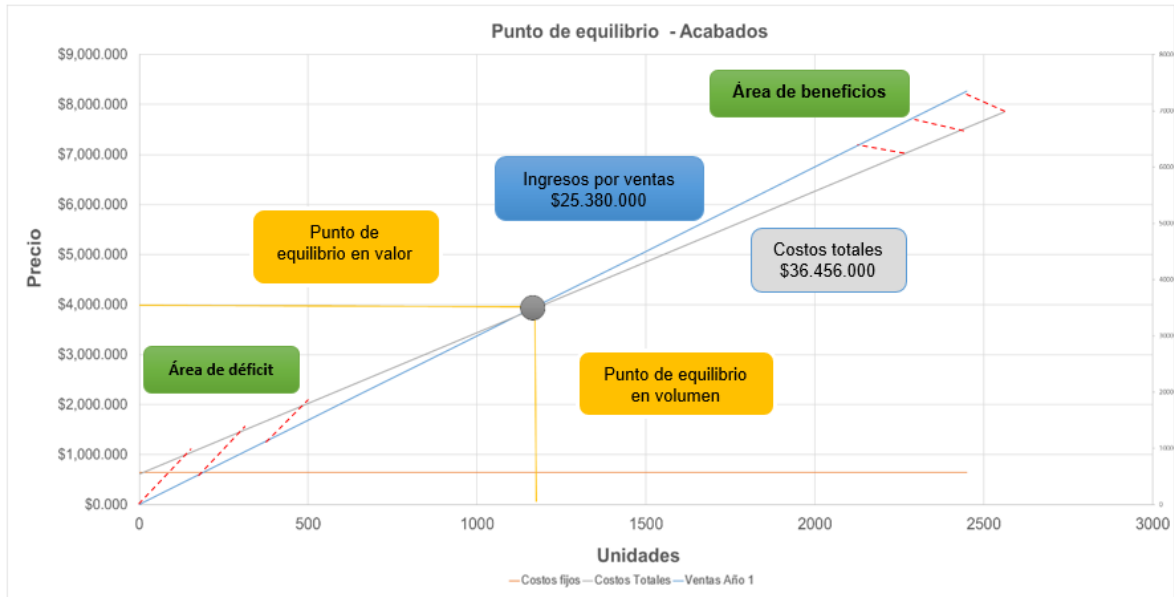
Tabla 7. Costos totales de producción del Eco - Material ladrillo

<b>Producto Eco - Material – ladrillo</b>	
<b>Ventas en Unidades Año 1</b>	12,300 Unidades.
<b>Ventas en \$ Año 1</b>	\$ 24,600.000
<b>Total - Costos Variables</b>	\$ 29,418.000
<b>Total - Costos Fijos</b>	\$ 7,680.000
<b>Costos Totales = Costos Fijos + Costos Variables</b>	\$ 37,098.000

Fuente: Autores

En la figura 9 se observa el punto de equilibrio que supone que durante el primer año tendrá un benéfico igual a cero. (No pierde dinero, pero tampoco gana). La gráfica proporciona información importante de cuánto va a hacer la utilidad de la compañía. En el caso del Eco - Material, para obtener dicha ganancia es necesario vender 1500 unidades para obtener un lucro de \$3.000.000.

Figura 9. Punto de equilibrio – Eco - Material – acabados



Fuente: Autores

Tabla 8. Costos totales de producción del Eco - Material acabados

Producto – Eco - Material - acabados	
Ventas en Unidades Año 1	8,460 Unidades
Ventas en \$ Año 1	\$ 25,380.000
Total - Costos Variables	\$ 28,776.000
Total - Costos Fijos	\$ 7,680.000
<b>Costos Totales = Costos Fijos + Costos Variables</b>	<b>\$ 36,456.000</b>

Fuente: Autores

La figura 9 proporciona información importante sobre cuánto será la utilidad del proyecto. En el caso del Eco - Material acabados, para obtener dicha ganancia es necesario vender 1300 unidades para obtener una ganancia de \$4.000.000. Los costos totales para la fabricación del Eco - Material acabados son de \$36.456.000.

## **6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1 EXPLORACIÓN FORMAL DE MATERIALES**

La exploración de los materiales para la fabricación del Eco – Material se dividió en seis etapas. Para la primera etapa se obtuvieron resultados insatisfactorios, debido a que las proporciones y los procedimientos llevados a cabo para la elaboración no fue adecuada. Debido a que se empleó una poca cantidad de viruta (52,3 g) y para acelerar el proceso de secado, se llevó el producto a la mufla a una temperatura 180°C. Generando con ello la destrucción del mismo.

Para la segunda prueba, de igual manera los resultados no fueron adecuados debido a que se buscó emplear una mayor proporción de resina (150 ml) y una menor de viruta (18,8 g). Lo que provocó que el producto redujera la capacidad de resistencia. En cuanto a la tercera prueba, se buscó reemplazar la resina por una arcilla elaborada a partir de harina, pegante industrial, aceite y crema hidratante. Siendo mezclado todo ello con la viruta del cuero para obtener finalmente el material. Cabe resaltar que el producto obtenido en esta prueba no cumplió con las expectativas, debido a que su capacidad de resistencia era mínima. En la prueba número cuatro, se obtuvo una mejora en el producto final debido a su capacidad de dureza. Todo ello a partir de que se empleó un molde plástico que permitió la correcta separación del producto sin ocasionar fallas en el mismo. De igual manera, la proporción de viruta (65 g) fue mayor a la de la resina (180 ml) lo que generó un producto más compacto. Al haber obtenido en la prueba anterior resultados satisfactorios. Por otro lado, se buscó realizar en la siguiente prueba un Eco - Material que cumpla con las mismas características tanto físicas como mecánicas que las de un ladrillo convencional. A raíz de ello se procedió a llevar el producto a prueba de compresión logrando determinar que presenta una resistencia superior a la de un material convencional. Hay que tener en cuenta que el Eco - Material fabricado resistió 4018 PSI en comparación a un ladrillo común que generalmente presenta una resistencia de 2800 a 3000 PSI.

Finalmente, para la prueba número 6 se emplearon los mismos materiales con las mismas proporciones a las de la etapa anterior. Pero adicional a ello se realizó un producto de diferentes tonalidades para así dar a conocer un Eco - Material más llamativo para el gremio de la construcción. Este respectivo producto se denominó Eco - Material ladrillo y se le realizó las respectivas pruebas físicas y mecánicas como nuevo producto en la construcción.

## **6.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS**

### **6.2.1 Prueba de resistencia**

Durante el desarrollo de la prueba se logró analizar que el Eco - Material tiene mejores características que las de un ladrillo convencional, debido a que la capacidad promedio de resistencia del Eco – Material es de 4106 PSI, superando los 2800 PSI de aquellos ladrillos que se emplean actualmente en la construcción. De igual manera es importante resaltar que este producto no falla como comúnmente sucede con los cilindros o ladrillos que se llevan a pruebas de resistencia, pues este producto presenta un aplastamiento al superar los 4106 PSI mientras que aquellos materiales de construcción convencionales presentan en la mayoría de los casos roturas al momento de fallar. Por otro lado, es de relevancia tener en cuenta que el material se sometió a un esfuerzo de 4461 PSI con la finalidad de conocer los cambios que presenta al superar su máximo esfuerzo, por lo cual se logró determinar que el Eco - Material demuestra una reducción en su altura de 0,37 cm sin generarse ningún tipo de rotura.

Tabla 9. Resultados de compresión

<b>Resistencia</b>			<b>Carga de aplastamiento</b>		
<b>MPa</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>PSI</b>	<b>MPa</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>PSI</b>
28.93	295.1	4197	29.8	303.7	4325
28.01	285.65	4262	30.3	308.7	4396
26.99	275.23	3914	30.1	306.93	4365
28.44	290.1	4126	32.3	329.36	4694
27.81	283.6	4033	31.2	318.15	4461

Fuente: Autores

En términos generales, los resultados obtenidos en las pruebas de compresión el Eco Material cumple con los requisitos establecidos en la NTC 4205, lo cual estipula los valores mínimos que debe tener un ladrillo de mampostería estructural o no estructural en su resistencia mínima a la compresión. Es de suma importancia mencionar que el Eco - Material consecuentemente supera las dos resistencias tanto estructural como no estructural como se puede observar en las Tabla 10.

Las resistencias obtenidas en las pruebas de compresión se compararon con los valores promedio de 5 unidades. Para efectos del proyecto el tipo de ladrillo donde se encuentra el Eco - Material es de tipo M (macizo).

Tabla 10. Resistencia mínima a la compresión – NTC 4205

Propiedades físicas de las unidades de mampostería estructural			Propiedades físicas de las unidades de mampostería no estructural		
Tipo	Resistencia mínima a la compresión Pa (Kgf/cm <sup>2</sup> )		Tipo	Resistencia mínima a la compresión Pa (Kgf/cm <sup>2</sup> )	
	Prom 5U	Unidad		Prom 5U	Unidad
PH	5,0 (50)	3.5 (35)	PH	3,0	2,0 (20)
PV	18,0 (180)	15.0 (150)	PV	14,0	10,0 (100)
M	20,0 (200)	15.0 (150)	M	14,0	10,0 (100)

Fuente: NTC 4205. Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y Bloques cerámicos

### 6.2.2 Prueba de temperatura

A partir de esta prueba se determinó que el Eco - Material puede ser empleado en las distintas ciudades del país sin el temor de que las variaciones de temperatura lleguen a afectar el producto, los tres Eco - Materiales se sometieron a 3 temperaturas totalmente distintas con el fin de analizar a qué grado de temperatura puede presentar cambios en sus características.

Cabe mencionar que las temperaturas a las que se sometieron los Eco - Materiales fueron de 20, 30 y 40 grados centígrados durante un periodo de tiempo de 4 horas, estas son las principales temperaturas que se presentan en diferentes regiones del

país. Es importante tener claro que este material no presentó derretimiento, deformaciones o alteraciones en su rigidez, siendo este un factor clave para ser empleado en la construcción de edificaciones en ciudades que presentan temperaturas altas, como Barranquilla, La Guajira y demás sitios que superan los 25° centígrados.

### **6.2.3 Prueba de fraguado**

Por medio de esta prueba se determinó que el Eco - Material no presenta ninguna alteración por estar en constante contacto con el agua, lo que es muy importante ya que la mayoría de materiales de construcción están diariamente expuestos a el agua. Esto se debe principalmente a que el producto no presenta poros, lo que hace que sea totalmente impermeable. Esta característica que presenta el material es indispensable. Debido a que al ser impermeable no hay ningún riesgo a que el agua pueda afectar internamente el material, lo que ayuda a que su durabilidad sea mayor a la de un ladrillo convencional. De igual modo es de relevancia tener claro que al ser un producto que no deja ingresar el agua no requerirá de más materiales para impedir la entrada de humedad a una vivienda o demás edificaciones. Pues es importante tener claro que las construcciones con ladrillos convencionales requieren de un pañete en cemento para mejorar la estética, la resistencia y la impermeabilidad de la pared.

### **6.2.4 Prueba de eflorescencia**

La prueba de eflorescencia se desarrolló para identificar si los Eco - Materiales fabricados presentan una mayor resistencia frente a los agentes externos. Según Rincón, J. M., & Romero, M. (2000) en el proceso de aparición de eflorescencias existen distintos fenómenos físicos – químicos tales como: equilibrios químicos de las disoluciones de sales, sales solubles en el interior del material. Por lo general, la patología de eflorescencia tiende a afectar el color de los ladrillos convencionales, lo cual puede perturbar las características físicas, solidez y durabilidad. Existen lesiones químicas donde el origen suele estar en la presencia

de sales, y ácidos que reaccionan químicamente para acabar produciendo algún tipo de descomposición del material. Por esa razón, la fase experimental de la prueba se basó en la NTC 4017 que dicta los métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla. Numeral 11.

Inicialmente, se sometieron cuatro Eco - Materiales en agua destilada y sulfato de magnesio durante 7 días para identificar qué tipo de eflorescencia podría sufrir el material.

La sustancia de sulfato de magnesio fue utilizada, ya que es la eflorescencia más destructora y por lo general tiende al desmoronamiento superficial del ladrillo convencional. Los resultados fueron positivos debido a que el Eco - Material no sufrió ningún tipo de eflorescencia. Esto se debe a que los productos fabricados no presentan porosidad o texturas abiertas, lo cual tienden a eflorececer con mayor proporción a los ladrillos convencionales. Es por esa razón que cuando un ladrillo no tiene capacidad de absorción de agua, prácticamente no presenta eflorescencias.

Esa capacidad de absorción nula del Eco - Material fabricado se debe al producto aglutinante denominado Polymer Coating Hardener. Este insumo permite la impermeabilización de los Eco - Materiales, lo cual le da un valor agregado a los productos debido a que no sufre ninguna de estas patologías que los ladrillos convencionales presentan.

### **6.3 CARACTERÍSTICAS DEL ECO - MATERIAL – ACABADO**

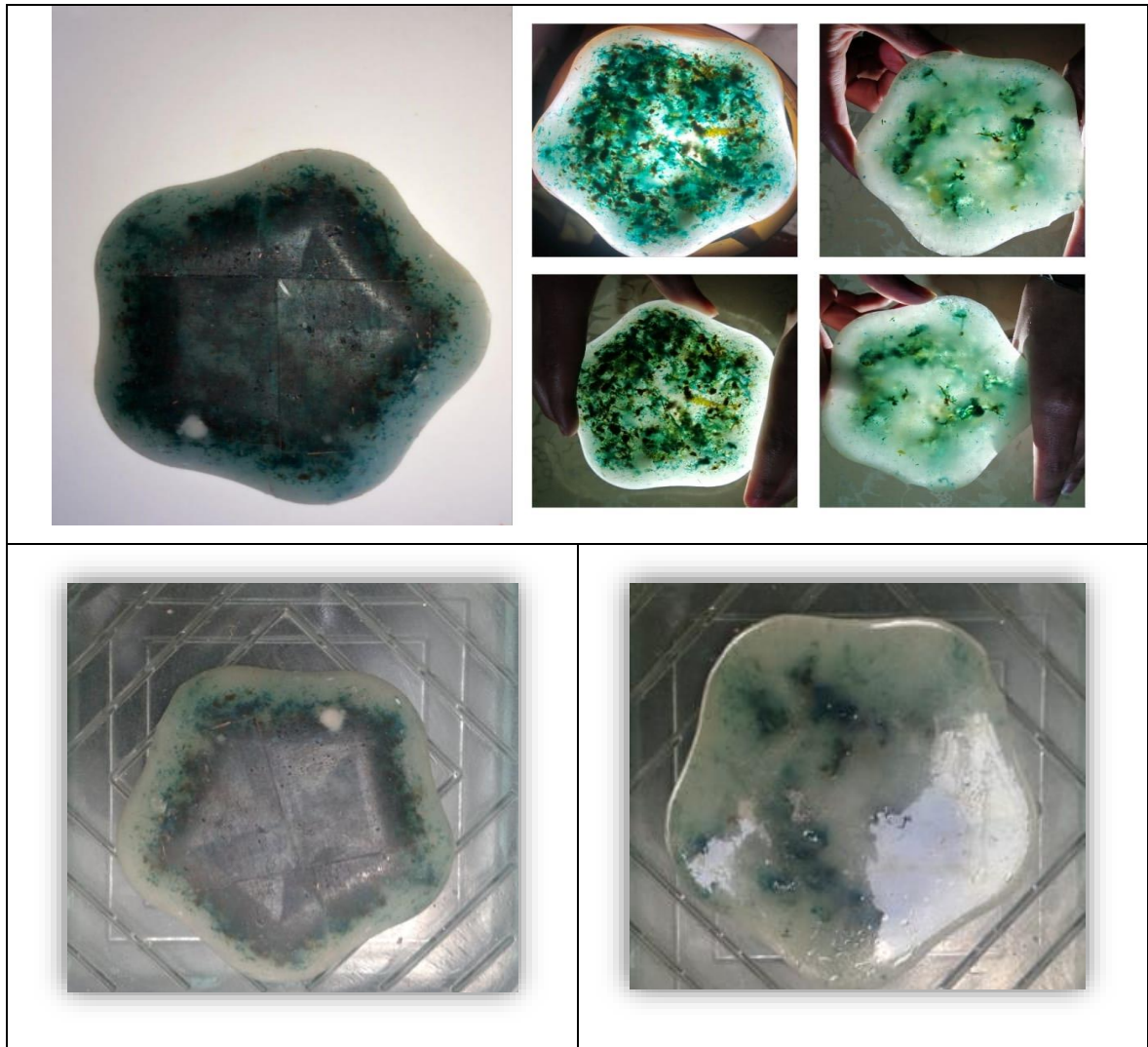
Se estableció que estos materiales contienen características semejantes a las del Eco - Material ladrillo, debido a que para la elaboración de los productos se empleó los mismos insumos y de igual manera se buscó la forma de aplicar cantidades semejantes en los dos materiales. A partir de ello el Eco - Material acabado supera la resistencia mecánica establecida en la NTC – 4205. De igual forma, presento un buen desempeño a variaciones de temperatura, contacto con el agua y una dureza que permite que este sea resistente a golpes y demás aspectos que puedan generar daños en el material.

De este modo es importante mencionar que estas son las principales características con las que debe contar el Eco - Material acabado, puesto que este al ser una unidad de mampostería no estructural, no necesariamente requiere tener una capacidad de resistencia a altas cargas, como da a conocer la NTC - 4205 todas aquellas unidades de mampostería no estructural de tipo macizo deben tener una resistencia de 14 MPa, siendo esta una cifra que supera el Eco - Material acabado, debido a que como se mencionó anterior mente, al ser este producto elaborado con los mismos materiales del Eco - Material ladrillo va a tener una resistencia y dureza semejante a aquellos materiales que se llevaron a la prueba de compresión y superaron los 20 MPa que exige la NTC para aquellas unidades de mampostería estructural.

Por otro lado, es de relevancia indicar que las principales características mencionadas anteriormente son indispensables para el Eco - Material acabado, como común mente se conoce estos materiales están en contacto directo con el agua, a causa de la limpieza que se realiza al interior de las viviendas, así como también están expuestos al sol en algunas situaciones y no solo ello, debido a que también hay que tener en cuenta que la dureza y la resistencia es un factor muy importante, a causa de que al interior de cualquier hogar se puede presentar algún suceso, como el de soltar por accidente una botella, un hierro o cualquier material que pueda generar la rotura del Eco - Material acabado.

Finalmente es indispensable dar a conocer que, para el diseño del Eco - Material acabado se utilizó un molde con diferentes formas y de igual manera se manejaron colores llamativos con el propósito de dar a conocer un producto atractivo que llene las expectativas de cualquier persona que quiera emplearlo en el interior de sus viviendas.

Tabla 11. Eco - Material acabado.



Fuente: Autores

## **6.4 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

El estudio de Prefactibilidad permitió obtener información sobre el proyecto mostrando distintas alternativas para identificar sus posibles involucrados y costos del proyecto. Por medio del Modelo Canvas planteado se desarrolló 9 pilares que van encaminados a la propuesta de valor del proyecto:

### **6.4.1 Propuesta de valor**

Teniendo en cuenta que el producto está orientado a la construcción por medio de un Eco - Material ladrillo y un Eco - Material acabado, con estos productos se puede realizar una combinación con materiales de decoración, es decir darle forma de acabados especiales, de esa manera no se utilizaría el respectivo pañete, donde representaría un rubro de altos costos para una edificación. La implementación de los productos generaría un ahorro económico para el profesional de la construcción. Los productos fabricados presentan un desempeño superior en sus propiedades físico – mecánicas de resistencia y eflorescencia con respecto a los materiales convencionales, por lo cual los productos elaborados aplicarían para unidades estructurales y no estructurales. Por otra parte, no sufre de patologías como es la eflorescencia donde tiende a afectar a los ladrillos tradicionales.

Los productos tienen un diseño particular lo cual permite ofrecer gran variedad de colores llamativos hacia el profesional de la construcción. Para que sean utilizados tanto en el interior de las edificaciones como en las fachadas.

Con el Eco - Material se busca mejorar una de las mayores problemáticas que actualmente hay en Colombia, pues como bien se sabe el sector de las curtiembres es uno de los principales causantes de la contaminación de las fuentes hídricas, bosques y demás ecosistemas. Debido a que la mayor cantidad de residuos que se generan durante los procesos de producción son desechados de manera indiscriminada sin el consentimiento de lo que pueda causar. (García Pantoja & Gutiérrez rojas, 2006).

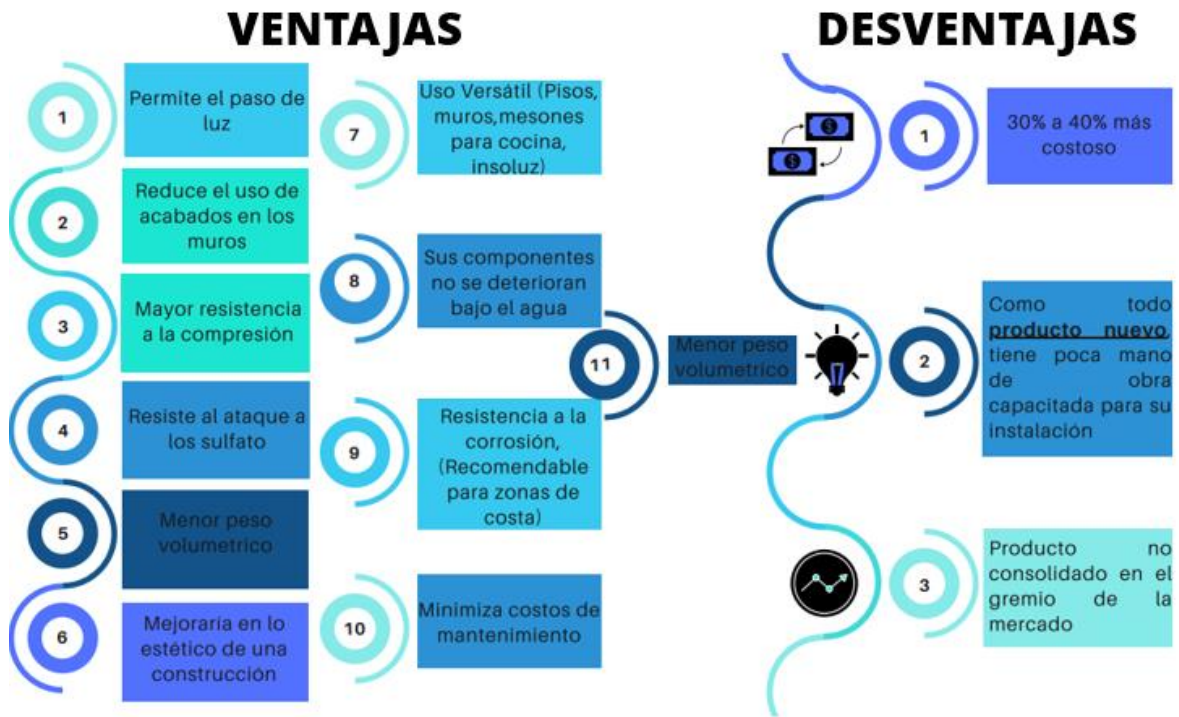
De igual manera se pretende reemplazar los materiales convencionales que actualmente se emplean en las viviendas, lo cual requieren de la explotación de recursos naturales y de gran gasto energético para su producción. Es importante recalcar que nuestros productos están elaborados a partir de los residuos de viruta de cuero generados por el sector de las curtiembres y no requieren de ningún gasto energético para su fabricación.

Diagrama 4. Propuesta de valor



Fuente: Autores

Diagrama 5. Ventajas y Desventajas de los Eco materiales



Fuente: Autores

#### 6.4.2 Segmento de clientes

Los productos están encaminados a resolver las necesidades de toda aquella persona que pretenda realizar o modificar, cualquier edificación en la que se requiera el uso de los Eco - Materiales. Es importante resaltar que este producto es para aquellas personas que actualmente buscan la manera de mitigar y disminuir los impactos que se han venido ocasionando a lo largo de los años por el uso de materiales de construcción que requieren de la explotación del uso de recursos naturales. Fabricar elementos de construcción por medio de la mezcla de residuos de las curtiembres, es una puesta en marcha de la implementación de eco – eficiencia en este tipo de industrias en la cual por medio de esos elementos se generaría un modelo de utilidad forjando nuevos productos en el gremio de la construcción

Por otro lado, cabe mencionar que nuestros productos cuentan con características físicas y/o mecánicas mejores a la de los materiales de construcciones convencionales. Este es un aspecto importante para aquellos profesionales de la construcción que busquen la calidad de cada material.

Diagrama 6. Segmento de clientes



Fuente: Autores

### 6.4.3 Canales

Es importante resaltar que actualmente se ha participado en dos ferias (Feria de emprendimiento realizada en la USTA Tunja y el evento de la Mujer, Ciencia y Tecnología realizada en la ciudad de Duitama en las instalaciones de la UPTC), lo cual el producto ha llamado la atención de arquitectos, ingenieros y delegados de la cámara de comercio.

Para dar a conocer los productos en diferentes lugares se pretende participar en las diferentes ferias y eventos de comercialización y emprendimiento de productos, entre estas se encuentra Expocamacol la cual es una feria internacional de construcción, arquitectura y diseño. Por otro lado, se encuentra el Simposio internacional de emprendimiento universitario.

Así mismo, nuestro producto se pretende comercializar en redes sociales y páginas web con la finalidad de que personas de distintos lugares puedan ver y adquirir el producto sin necesidad de acercarse al punto de venta.

Diagrama 7. Canales



Fuente: Autores

#### 6.4.4 Relación clientes

Para adquirir una mayor clientela y tener una mejor relación con ellos, se darán a conocer una serie de descuentos para aquellas personas que adquieran nuestros productos en cantidades superiores a 100 unidades. Lo que ayudara a que los clientes y la compañía se beneficien mutuamente.

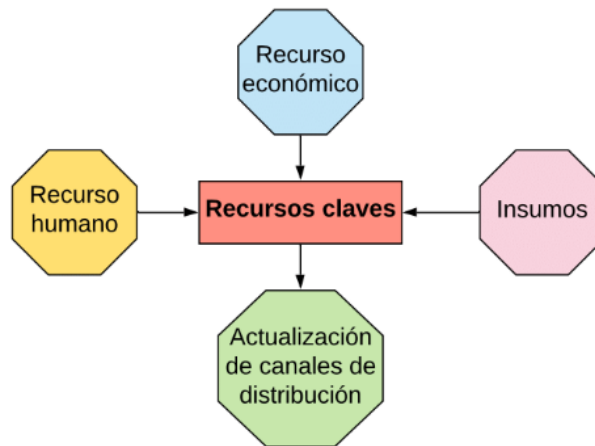
#### 6.4.5 Fuente de ingresos

Para el pago de nuestros productos se ofrecerán tres formas de pago, entre ellas se encuentra el efectivo, tarjeta de débito – crédito y posibilidad de crédito para aquellas personas que adquieran varias unidades de nuestros materiales. Cabe mencionar, que nuestros ingresos están ligados a la cantidad de Eco - Materiales que adquiera el cliente.

#### 6.4.6 Recursos clave

Para el correcto funcionamiento del proyecto se requiere de personal para la producción de nuestros productos, debido a ello se capacitarán con la finalidad de que la producción de los materiales sea de calidad. De igual manera, es necesario de recursos económicos e insumos, puesto que, para la adquisición de la materia prima de calidad se requiere de un buen presupuesto para la fabricación de los productos.

Diagrama 8. Recursos claves



Fuente: Autores

Por otra parte, se buscará la manera de mantener actualizado los canales de distribución, debido a que estos mostrarán al público los diferentes productos y beneficios que ofrecerán a medida que pasa el tiempo.

#### 6.4.7 Actividades clave

Entre las principales actividades que se pretenden realizar para que el producto se dé a conocer, se encuentran las páginas web, visitas personalizadas a nuestros socios claves. Con la finalidad de verificar que nuestro producto sea distribuido de manera adecuada y que este cumpla con las expectativas de cada uno de los clientes.

#### 6.4.8 Socios clave

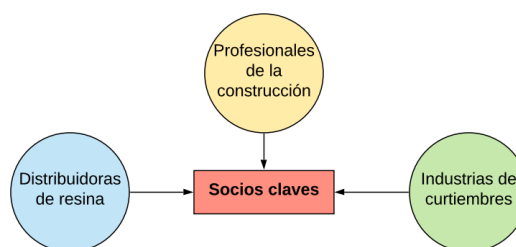
Para segmentar los socios del proyecto se realizó un análisis de involucrados, lo cual son individuos, organizaciones que tienen un interés particular en el proyecto y que pueden congregar recursos para llevarlo a cabo. Para acaparar la atención de estos grupos involucrados se plantearon unas estrategias para que también se vean beneficiados con el desarrollo del proyecto (Ver anexo D, Ver anexo E).

Para determinar los actores y socios claves del proyecto se realizó un mapeo de actores para analizar cuales tienen mayor incidencia. Para ello se tuvo en cuenta una esfera de acción de los actores en el ámbito económico, político e institucional y social. (Ver anexo F, Ver anexo G).

Los principales socios claves del proyecto son las curtiembres y distribuidoras de resinas, debido a que estas industrias son las que nos brindaran los insumos para la elaboración de los Eco - Materiales. De igual modo, los profesionales (Ingenieros Civiles, arquitectos, constructores y diseñadores de interiores) enfocados a la construcción de diferentes edificaciones, la cual son actores de relevancia para el correcto funcionamiento del proyecto, puesto que gracias a ellos se obtendrán los recursos económicos.

Por otra parte, se encuentra la organización de la cámara colombiana de construcción (CAMACOL), medios de comunicación y redes sociales la cual tienen gran influencia para el desarrollo del proyecto.

Diagrama 9. Socios clave



Fuente: Autores

#### 6.4.9 Estructura de costos

En la estructura de costos se tiene los costos fijos (Arriendo de establecimiento, publicidad y celular) como variables (Materias primas, mano de obra, electricidad, acueducto, aseo, limpieza y transporte), los cuales son los gastos que se requiere para la elaboración y la venta de los productos. Es necesario establecer el precio de cada producto para determinar los costos fijos y variables.

Tabla 12. Precios de los Eco - Materiales.

Producto	Insumo	Unidad	Precio Unitario	Rinde	Dimensiones (cm <sup>3</sup> )	Costo
Ecomaterial Ladrillo	Resina (Polymer Hardener Coating)	Galón + Catalizador	\$ 300.000	150	195 cm <sup>3</sup>	\$ 2.000
Ecomaterial Acabado	Resina (Polymer Hardener Coating)	Galón + Catalizador	\$ 300.000	130	363cm <sup>3</sup>	\$ 2.300
		Diseño				\$ 700

Fuente: Autores

El Eco - Material ladrillo posee un precio de \$2.000 y \$3.000 para Eco - Material acabado. En la tabla 12 se observa el precio unitario del insumo con que se fabrican los productos, lo cual un galón nos permite generar 150 productos de Eco - Material ladrillo y 130 de Eco - Material acabado. Este último posee un excedente de \$700 debido a los diseños y moldes que se deben de tener en cuenta para la respectiva fabricación del Eco - Material acabado.

Tabla 13. Costos totales de Eco - Material ladrillo

Eco - Material - Ladrillo					
Precio Unitario	Venta en Unidades 1 año	Venta en \$ 1 año	Costos Variables	Costos Fijos	Costos Totales
\$ 2,000	12,320	\$ 24,600.000	\$ 29,418.000	\$ 7,680.000	\$ 37,098.000

Fuente: Autores

Cada producto presenta un valor estimado de posibles ventas en unidades en el primer año de funcionamiento del proyecto. Con un total de 12.320 unidades de

Eco - Material ladrillo. Por otra parte, se plantea las posibles ventas en el primer año, con un total de \$24.600.000 para el producto de Eco – Material ladrillo. Los costos variables varían de acuerdo a variaciones del volumen de producción en el primer año. Estos costos en la producción del Eco – Material ladrillo son de \$29.418.000 (Ver anexo I).

Los costos fijos no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad, debido a que son costos que permanecen invariables ante esos cambios. Los costos fijos para los dos Eco - Materiales en el primer año son de \$7.680.000. En el caso que no se cumplan las estimaciones de ventas se debe plantear una nueva estimación para alcanzar un punto de equilibrio en el proyecto. (Ver anexo J).

Tabla 14. Costos totales del Eco - Material acabado

Eco - Material - Ladrillo					
Precio Unitario	Venta en Unidades 1 año	Venta en \$ 1 año	Costos Variables	Costos Fijos	Costos Totales
\$ 3,000	8,460	\$ 25,380.000	\$ 28,776.000	\$ 7,680.000	\$ 36,456.000

Fuente: Autores

Para conocer la percepción de los clientes sobre cada producto, se desarrolló una encuesta dirigida a empresas constructoras, empresas de arquitectura y diseño de la ciudad de Tunja. De acuerdo a lo anterior, se realizó una solicitud ante la cámara de comercio para tener un tamaño de población a estudiar. Los resultados de la cámara de comercio fueron de 880 empresas donde se realizó el cálculo de población finita.

El método de población finita está comprendido de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$n$  = Tamaño de muestra buscado

$N$  = Tamaño de la población o Universo

$Z$  = *Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)*

$e$  = *Error de estimación máximo aceptado*

$p$  = *Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)*

$q = (1 - p)$  = *Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado*

A continuación, se explica algunos parámetros que se evaluaron para determinar el método de población finita.

**Z** = Es un parámetro estadístico que depende del nivel de confianza, este es un parámetro con el que se pretende realizar la estimación de una medida a través de un estadístico muestral. Para efectos del cálculo el nivel de confianza es de 95%, es decir con un z alfa de 1.96. Cabe mencionar que el parámetro depende del investigador.

**e** = El error de estimación máximo aceptado es una variable que permite conocer la cantidad de error de muestreo aleatorio resultado de la elaboración de una investigación. Para el cálculo del método se tomó un error de estimación del 3%.

**P** = Es una variable en la cual nos permite tener en cuenta de que la probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito), es decir probabilidad de éxito o proporción esperada. Para el caso de q es la probabilidad de que no ocurra el evento estudiado, es decir probabilidad de fracaso. Si no se conoce p la probabilidad es del 50 – 50 %.

Tabla 15. Parámetros evaluados – Método población finita.

Parámetro	Valor
$N$	880
$Z$	1.96
$p$	50%
$q$	50%
$e$	5%

Fuente: Autores

$n = 268$  tamaño de muestra finita.

#### **6.4.10 Encuestas**

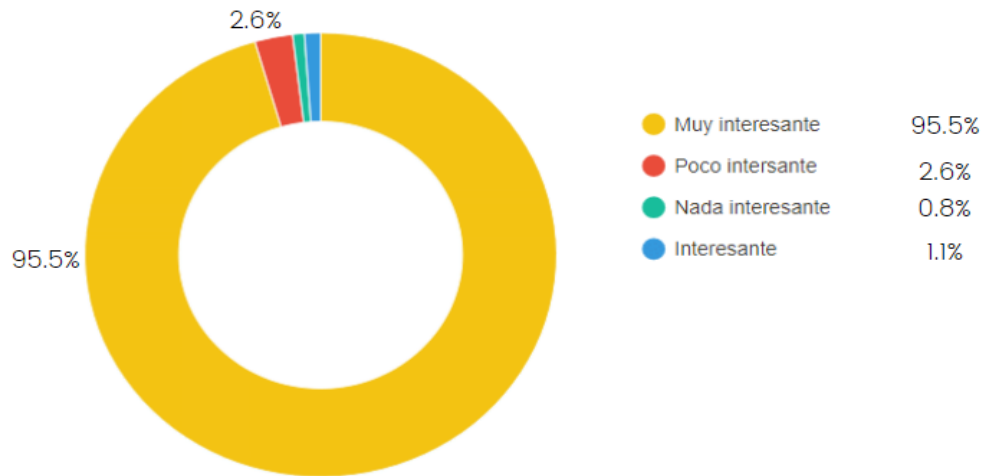
La encuesta fue aplicada a 268 empresas constructoras y empresas de arquitectura y diseño de la ciudad de Tunja. Se plantearon únicamente nueve preguntas que entendemos cubren los aspectos más significativos para conocer la viabilidad comercial del lanzamiento de los productos. Por otra parte, se planteó un espacio para que compartieran su opinión sobre los mismos. (Ver anexo H).

Inicialmente, las dos primeras preguntas sirven para obtener un indicador general de la opinión de los profesionales de la construcción sobre los productos. Las preguntas tres y cuatro permite conocer en qué medios les gustaría adquirir los productos o recibir información. Las preguntas cinco, seis y siete permite conocer si están dispuesto a comprar los productos bajo un precio propuesto. Finalmente, las dos últimas preguntas nos permiten conocer porque razones no implementan los productos o porque no les llama atención.

En el diagrama 1 se observa que el 95.5% de los profesionales en la construcción de la ciudad de Tunja tienen una opinión de muy interesante hacia los productos fabricados con respecto al 3.4% que les parece poco interesante o nada interesante. (Ver diagrama 9.)

Pregunta 1. **¿Qué opinión tiene del producto?**

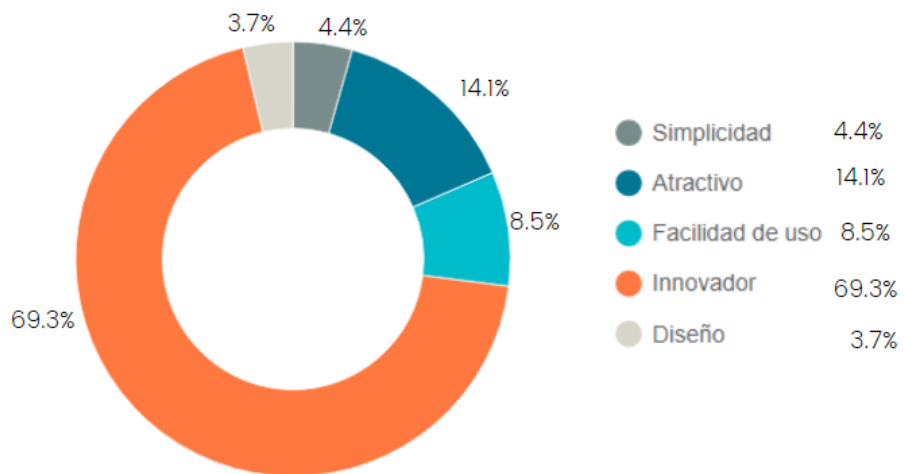
Diagrama 10. Opinión de los productos.



Fuente: Autores

Pregunta 2. **¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen del producto?**

Diagrama 11. Aspectos de decisión de compra.

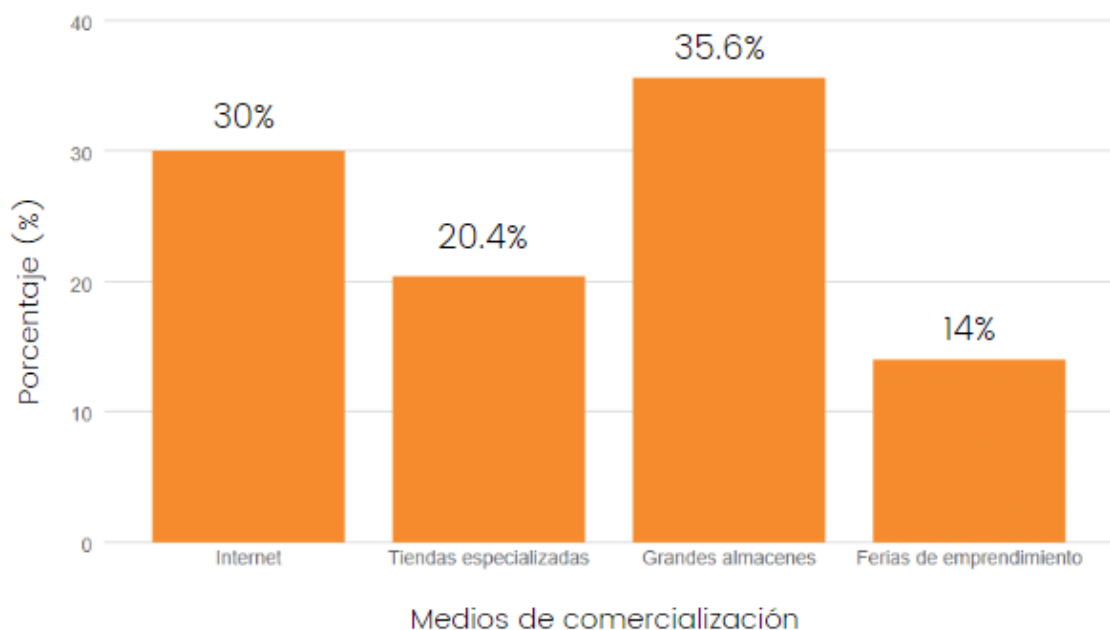


Fuente: Autores

Uno de los aspectos que más les atraen a los profesionales de la construcción es que los productos son innovadores, debido a que, de las 268 empresas encuestadas, 186 respondieron a esta característica representando así el 69.3% siendo esto contrario a la particularidad de diseño, lo cual representa solamente el 3.7% debido a que los clientes le atraen más los aspectos de atractivo, simplicidad y facilidad de uso. Así mismo, es importante conocer en qué lugares les gustaría adquirir los productos a los profesionales de la construcción.

**Pregunta 3. ¿Dónde le gustaría poder adquirir este producto?**

Diagrama 12. Medios de comercialización.



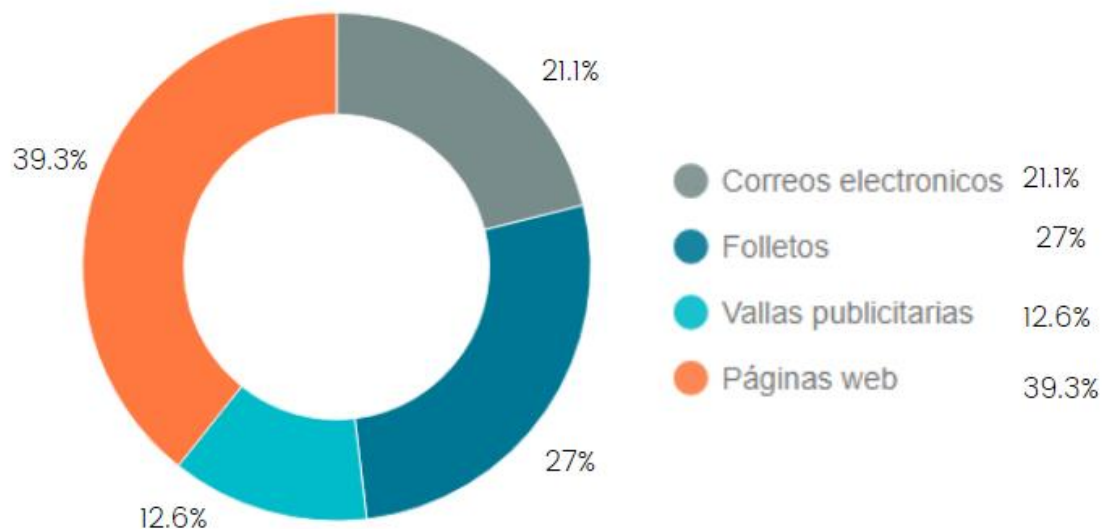
Fuente: Autores

Los lugares que más prefieren la población encuestada son los grandes almacenes con un 35.6%, seguido de plataformas de internet con un 30%. Esto se debe a que prefieren lugares certificados donde puedan realizar las compras de productos de la construcción, y por medio de plataformas virtuales lo cual pueden realizar consultas de los productos desde cualquier dispositivo.

Otro aspecto importante es saber qué medio es el más adecuado y el que más prefieren los profesionales que se dedican a comprar estos productos. debido a que no son productos de consumo diario. Por esa razón es necesario hacer un diagnóstico para conocer cuál es el gusto de las personas encuestadas. Esta pregunta engloba todas las posibles formas de publicidad más comunes para productos específicos como lo son los dos Eco - Materiales.

**Pregunta 4. ¿A través de que medio o medios le gustaría recibir información sobre este producto?**

Diagrama 13. Medios publicitarios.



Fuente: Autores

El medio que más le gustaría recibir información a los profesionales de la construcción es por las páginas web, 105 respondieron a este medio correspondiendo al 39.3% siendo esto contrario a la particularidad de vallas publicitarias, lo cual representa el 12.6% debido a que los clientes no les gustaría que se usara este medio para hacer publicidad. Por otra parte, los folletos son una forma confiable para hacer publicidad, debido a que 27% le gustaría que este medio se usará para conocer nuestro producto.

**Pregunta 5. Partiendo de la base que el precio del producto le satisfaga, ¿lo compraría?**

Diagrama 14. Percepción del producto vs precio.

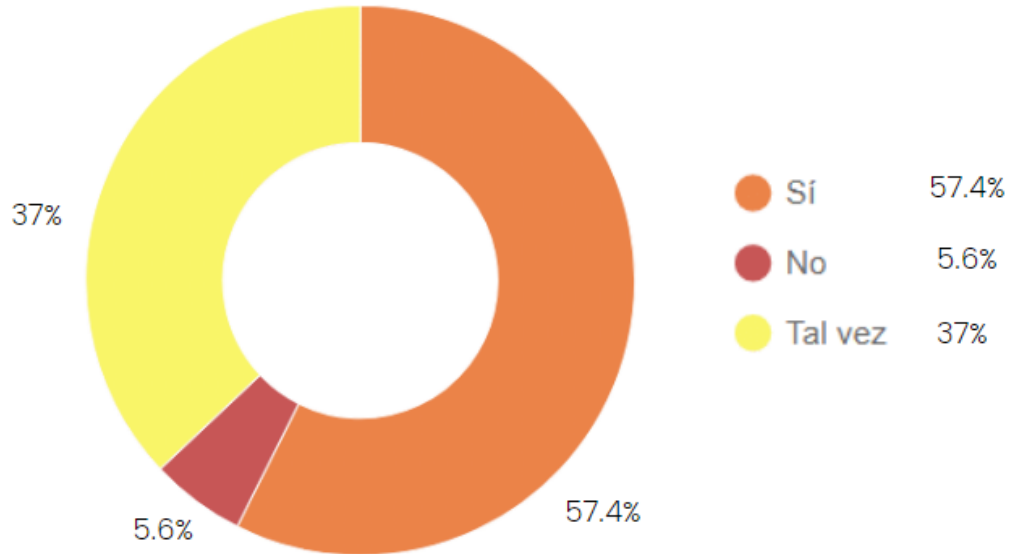


Fuente: Autores

La mayoría de los encuestados representado en un 72% compraría este tipo de productos en cuanto estén en el mercado, teniendo en cuenta que el precio los satisface. Sin embargo, a la hora de preguntarles si lo comprarían a un precio de \$2.000 o \$3.000 dicho porcentaje disminuye. Con base en las personas que tal vez comprarían los productos o que no lo comprarían a ese precio, podríamos decir que son aquellos profesionales que no se ven totalmente cautivados. Representado alrededor en un 38% en las dos preguntas. Para ello, se debe crear una estrategia que se considere implementar hacia las percepciones que tiene el profesional en cuanto al precio y atributos de los Eco - Materiales.

**Pregunta 6. ¿Compraría el Eco - Material ladrillo a un precio de \$2.000?**

Diagrama 15. Análisis de costo de Eco - Material ladrillo.



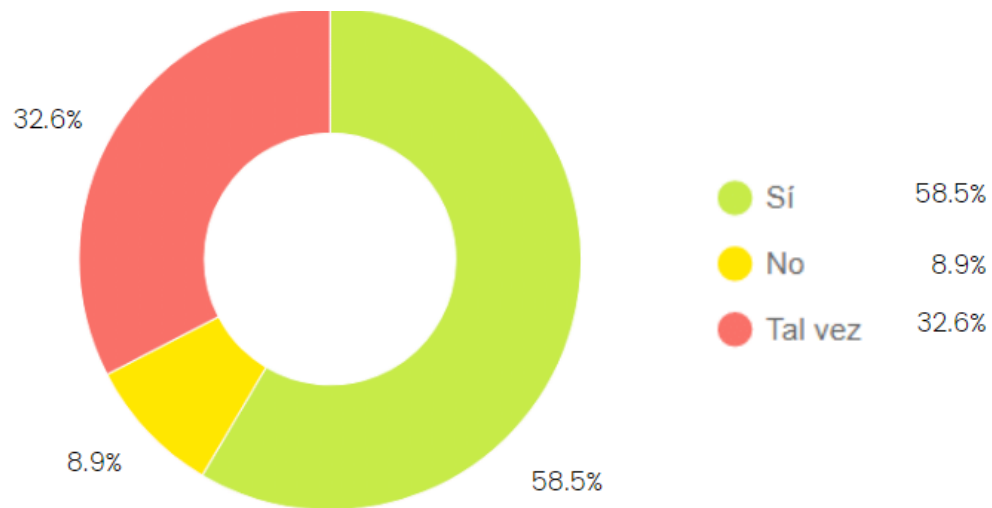
Fuente: Autores

Es importante resaltar que a pesar de que el precio del Eco - Materiales de \$2.000, varias de las empresas encuestadas lo comprarían sin importar que el valor comercial es mucho mayor al de un ladrillo convencional. Pues como se puede apreciar en la pregunta 6 el 57,4% de los encuestados están dispuestos a adquirir el material sin ningún problema.

En cuanto al Eco - Material acabado el valor de \$3.000 por unidad, es adecuado para el producto, debido a que este no representa ningún problema para que el gremio constructor pueda adquirir el material. Todo ello se puede observar en la pregunta 7, en donde el 59% de los encuestados dan a conocer que comprarían el producto sin ningún inconveniente.

**Pregunta 7. ¿Compraría el Eco - Material acabado a un precio de \$3.000?**

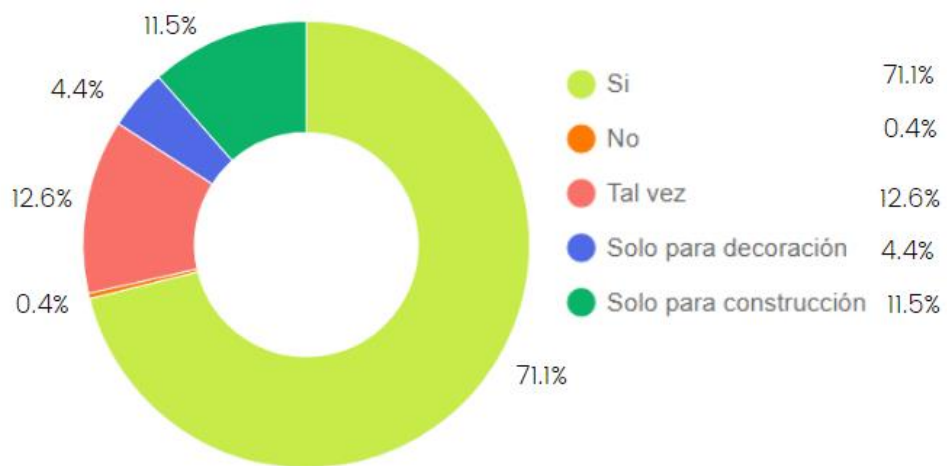
Diagrama 16. Análisis de costo de Eco - Material acabado.



Fuente: Autores

**Pregunta 8. Si el producto cumple con las características físicas y mecánicas. ¿Implementaría nuestros productos para la construcción y decoración de sus edificaciones?**

Diagrama 17. Implementación de los productos.

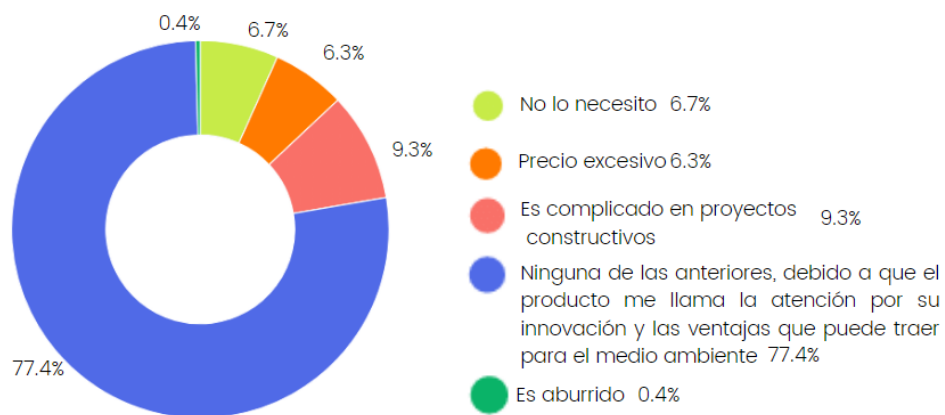


Fuente: Autores

Por otro lado, es indispensable tener claro que el cumplimiento de las normas técnicas colombianas es indispensable para que el producto pueda ser empleado por el gremio constructor, pues como se puede analizar en la pregunta 8, el 71,1% de las empresas encuestadas comprarían el material siempre y cuando las características físicas y mecánicas sean acordes a las de la normatividad.

**Pregunta 9. Por favor, ¿Díganos cuál o cuáles son las razones por las que no le atrae los productos?**

Diagrama 18. Razones por las que no implementaría los productos



Fuente: Autores

Por último es importante tener en cuenta que este es un producto que llama mucho la atención del gremio constructor gracias a lo innovador y a las diferentes ventajas que puede llegar a traer el material al ser implementado en la construcción, pues como bien se sabe en la actualidad las ladrilleras y las empresas que elaboran los diferentes materiales de construcción, requieren de la explotación de recursos naturales y no solo ello, debido a que también generan gran cantidad de emisiones, las cuales han sido culpables del aumento en el calentamiento global que ha presentado el planeta en los últimos años. Todo ello determinó a raíz de analizar la encuesta 9, en donde el 77.4% de las empresas encuestadas se siente a gusto con el producto a causa de los diferentes beneficios que puede llegar a traer a el medio ambiente y a la sociedad al ser empleado en las diferentes edificaciones.

## CONCLUSIONES

- A partir de la exploración de materiales realizada se determinó que los insumos adecuados para la fabricación de los Eco - Material son la viruta de cuero y la resina Polymer Coating Hardener, la cual ayuda a que el Eco - Material sea totalmente impermeable y a su vez resistente a las cargas que comúnmente se generan al momento de realizar cualquier edificación. Así mismo, se logró establecer que el material adecuado para la elaboración de los moldes es el plástico debido a que permite que el desmolde del producto final sea correcto sin generar ningún tipo de daño a los Eco - Materiales.
- Se logró determinar que el Eco - Material cumple de acuerdo a lo que dicta la NTC 4205, puesto que la resistencia promedio que presentó el producto en la prueba de compresión es de 285.93 Pa ( $Kg/cm^2$ ), superando los 200 Pa ( $Kg/cm^2$ ), de las unidades de mampostería estructurales y los 140 Pa ( $Kg/cm^2$ ), de las no estructurales que estipula la norma.
- El proyecto permitió determinar resultados concretos que involucra alternativas de innovación, desarrollando un Eco - Material a partir de viruta de cuero en la fabricación de productos constructivos. El Eco - Material ladrillo fabricado tienen una textura lisa, debido a que una vez puesto en obra no es necesario realizar el respectivo pañete, donde representaría un rubro de altos costos para una edificación. La implementación de los productos generaría un ahorro económico para el profesional de la construcción.
- Una de las características llamativas del Eco - Material fabricado es su peso, debido a que es mucho más liviano que los ladrillos convencionales. Por su bajo peso y forma va a permitir optimizar el manejo permitiendo mayor volumen de transporte. Así mismo, su comportamiento es excelente en solidez y resistencia.
- A partir de las pruebas de compresión realizadas en el laboratorio se logró comprobar que el Eco - Material al momento de fallar no presenta ningún tipo de rotura como comúnmente sucede con los materiales convencionales,

pues este al llegar al máximo esfuerzo muestra un leve aplastamiento que puede ser notado al momento de extraer el material de la prueba.

- Por medio de las pruebas de temperatura se estableció que el Eco - Material puede ser empleado en las distintas ciudades del país sin el temor de que pueda presentar cambios en sus características tanto físicas como mecánicas.
- La prueba de fraguado que se realizó al Eco – Material ladrillo permitió conocer la resistencia que el material presenta al estar en constante contacto con el agua, debido a que el producto no cuenta con poros en su estructura, lo cual no permite que sea vulnerable a este fluido lo que implica que su durabilidad sea mayor. Por otro lado, este es un factor que ayuda a que el producto no presente ningún tipo de patología como comúnmente ocurre en los ladrillos convencionales, puesto que al poseer gran cantidad de poros son totalmente vulnerables a la humedad y a la eflorescencia.
- La percepción de las empresas de construcción encuestadas permite observar una actitud positiva hacia nuevos productos que cumplen con la función de la construcción. Por ello, se puede inferir que hay una tendencia favorable hacia el consumo de Eco - Materiales. Por tal razón, se determinó el estudio de Prefactibilidad de los productos para conocer en qué aspectos y en qué medios les gustaría encontrarlos. Por otra parte, los Eco - Materiales a pesar de tener un costo mayor al de los materiales que comúnmente se emplean en las construcciones, pueden ser adquiridos gracias a las ventajas que pueden traer tanto al medio ambiente como a la sociedad al momento de ser empleado en cualquier edificación.

## **RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta el desarrollo del proyecto se recomienda realizar nuevos estudios enfocados a remplazar materiales de construcción convencionales, a partir de aquellos residuos que constantemente se generan en las industrias y son considerados un desecho, ayudando de esta manera a reducir los impactos ambientales y a su vez mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Por otro lado, se recomienda al gremio constructor apoyar los nuevos productos innovadores que cumplan con una función semejante a la de los materiales convencionales que son empleados en la construcción. Buscando así mejorar la calidad de vida de la población y la preservación del medio ambiente.

De igual modo, se recomienda realizar una nueva exploración de materiales que puedan ser empleados como moldes para la fabricación de los Eco - Materiales, ayudando así a mejorar tanto la producción como la calidad de los productos finales.

## REFERENCIAS

- Álvarez Otálora, J. C., Batanero Soto, Y. J., & Berrío Hernández, S. M. (2012). Implementación de materiales no convencionales y/o reciclables para la construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) en Colombia. Colombia: Universidad EAN.
- Araujo, L., Molina, S., & Noguera, L. (2018). Aprovechamiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales como materia prima en la industria de la construcción: revisión bibliográfica. *Revista Agunkuyâa*, 8(1).
- Apaza, M. C. (2013). Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 3(2).
- Braungart M, McDonough W. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Madrid: McGraw-Hill; 2005.
- Bautista Gordillo, J. D., & Loaiza Elizalde, N. F. (2017). LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA. *Boletín Semillas Ambientales*, 25.
- Bermúdez, J., Domínguez, P., Arenillas, A., Cot, J., Weber, J., y Luque, R. (2013). CO2 separation and capture properties of porous carbonaceous materials from.
- Bermeo, M., & Idrovo, E. (2014). Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residual como agregado para materiales de construcción.
- Casas, L. & Sandoval C. (2014). Enzimas en la valorización de residuos agroindustriales. *Revista digital universitaria*, 15 (12), 1-15.
- Cabrera, E., León, V., Montano, A. & Dopico, D. (2016). Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Centro Azúcar* 43, 27-35.
- Chungs, D. "Composites Materials Science and applications", Springer, Londres, 2010.
- Cabo Laguna, M. (2011). Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción.
- C. Galán-Marín, C. Rivera-Gómez, J. Petric. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials* 24 (2010) 1462-1468.
- Cachago Alquina, M. P., & Caguano Cevallos, C. D. (2016). Utilización de lodos de la planta de tratamiento de agua residual de la Empresa Franz Viegner FV área

Andina SA para la elaboración de ladrillos artesanales (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Draft reference document on the best available techniques in the tanning of hides and skins. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). European commission. (<http://eippcb.jrc.es/reference/>) Citado en: La contaminación viste a la moda. Los vínculos entre las marcas de indumentaria y la contaminación del Riachuelo. Greenpeace Argentina. Agosto de 2011.

Domínguez, L. d. (2005). LAS TRES EDADES DE LA CONSTRUCCIÓN. Informes de la Construcción, 41-45.

Foladori, G. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. Ambiente & Sociedade, (5), 19-34.

González, L. V. P., Gómez, S. P. M., & Abad, P. A. G. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. RIAA, 8(2), 141-150.

Gutiérrez, J. C. (2002). Técnicas de ejecución de acabados arquitectónicos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Guerrero, V., Pontón, P., Tamayo, A., Villacís, H., Delgado, F., & Galeas, S. (2013, July). Materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibras naturales y sintéticas. In Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE (Vol. 8, No. 1, pp. 70-74).

Greenpeace. (2012). Cueros Tóxicos. Nuevas evidencias de contaminación de curtiembres en la Cuenca Matanza-Riachuelo.

Groover, Mikell P., "Fundamentos de Manufactura Moderna" Prentice Hall. México 1997. Capítulo 3 "Propiedades Mecánicas de los materiales"

García Pantoja, j., & Gutiérrez Rojas, j. (2006). Impacto ambiental generado en el proceso productivo de la empresa curtidos del oriente barrio san Benito Bogotá 2006. universidad de santa buenaventura, 73.

Herrera, D. C. F. (2015). El Modelo Canvas en la formulación de proyectos. Cooperativismo & Desarrollo, 23(107), 118-142.

Hernández, D., Villegas, J. D., Castaño, J. M., & Paredes, D. (2006). Aprovechamiento de lodos aluminosos generados en sistemas de potabilización, mediante su incorporación como agregado en materiales de construcción. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 5(8).

Jiménez-Quero, V. G. (2015). Adición de desechos industriales a una matriz arcillosa para la elaboración de ladrillos Sinterizados. *Proyectos de Investigación 2015 (SIP-IPN)*.

Karimi, K. G. (2011). *Ecomateriales y Construcción*. Escuela de Organización Industrial.

Martínez Buitrago, S. Y., & Romero Coca, J. A. (2018). Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 26(1).

Muñoz, P., Morales, M. P., Mendivil, M. A., Juárez, M. C., & Muñoz, L. (2014). Using of waste pomace from winery industry to improve thermal insulation of fired clay bricks. Eco-friendly way of building construction. *Construction and Building Materials*, 71, 181-187

Núñez, C., Roca, A., & Jorba, J. (2013). Comportamiento mecánico de los materiales. Volumen II. Ensayos mecánicos. Ensayos no destructivos. Edicions Universitat Barcelona.

NPCS - NIIR Project Consultancy Services. (2005). *Leather processing and tanning technology handbook*. India, National Institute of industrial research.

N. Rajesh, y K. Yogesh, (2001), "Surfactant enhanced chromium removal using a silica gel column", *Universitas Scientarum*, [Artículo electrónico], vol. 6, (no. 1), <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/499/49911595006.pdf>.

Nithya, & Joseph. (2009). Material flows in the life cycle of leather. *Journal of Cleaner Production*, 17.

Oti, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J., 2008a. Developing unfired stabilized building materials in the UK, *Proceedings of ICE. Journal of Engineering Sustainability* 161 (4), 211–218. doi:10.1680/ensu.2008.161.4.211.

Laguna, M. C. (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción*. Universidad Pública de Navarra, 121.

López Ramírez, S. M. (2018). *Reutilización de residuos sólidos construcción con eco-ladrillos en un entorno rural (Masters thesis, Escuela de Ingenierías)*.

Lenntech. "Efectos ambientales del cromo", agosto, 2008; Disponible: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cr.htm#Efectos%20ambientales%20del%20Cromo>.

Londoño Murcia, C. (2017). Aurora: aprovechamiento del aglomerado de cuero "Iefa", en el diseño y desarrollo de una familia de lámparas para el hogar.

P. Rana et al., "Electrochemical removal of chromium from wastewater by using carbon aerogel electrodes", *Water research*, vol. 38, pp. 2811-2820, 2004.

Páez, D. F. (2006). COMPORTAMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA BAJO ESFUERZOS CORTANTES DEBIDO A EFECTOS SÍSMICOS. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 91- 1104.

Padilla Alomoto, A. E. (2014). Diseño del proceso para la obtención de resina poliéster insaturada mediante el reciclaje químico de desechos de polietilentereftalato (PET) (Bachelor's thesis, QUITO, 2014.).

Quinchía, A. M., Valencia, M., & Giraldo, J. M. (2007). Uso de lodos provenientes de la industria papelera en la elaboración de paneles prefabricados para la construcción. *Revista EIA*, (8), 9-19.

Sánchez Benavidez, J. T., & Cortes Castillo, R. A. (2016). Evaluación de la viruta de cuero generada en el proceso de rebajado para la fabricación de un aglomerado en San Benito.

Secretaria de Ambiente de Bogotá (2015). Guía de producción más limpia para el sector curtiembres en Bogotá enfoque en vertimientos y residuos. Bogotá, Colombia.

Sabbagh, & Mohamed. (2011). Recycling of chrome-tanned leather waste in acrylonitrile butadiene rubber. *Journal of Applied Polymer Science*, 121

Takeuchi C., (2007). Comportamiento en la mampostería estructural. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Tushar, A., Joseph, S., Deenadayalan, Mishra, S., Jaisankar, & Saravanan. (2017). Ambone, Tushar, et al. "Polylactic acid (PLA) biocomposites filled with waste leather buff (WLB). *journal of Polymers and the Environment*, 25.

Reyes Mena, C. M. (2016). Recuperación de colágeno libre de cromo de los residuos sólidos post curtición en la industria del cuero (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2016).

Rivera, J. L. C. (2006). El residuo líquido de las curtiembres estudio de caso: cuenca alta del Río Bogotá. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 16(2), 14-28.

Rincón, C. D., Gil, J. C., Fabian, C. L., & Caro, C. A. (2017). Evaluación de la Sostenibilidad de la Producción de Ladrillo en la Región de Boyacá, Colombia. *L'esprit Ingénieur*, 7(1).

Ramírez Hoyos, Á. M. (2011). Reutilización de retales de cuero para la elaboración de una línea de productos de marroquinería.

W. E. Rinehart, y S. C. Gad, "Current Concepts in Occupational Health: Metals - Chromium", *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 47, no. 11, pp. 696-699, 1986

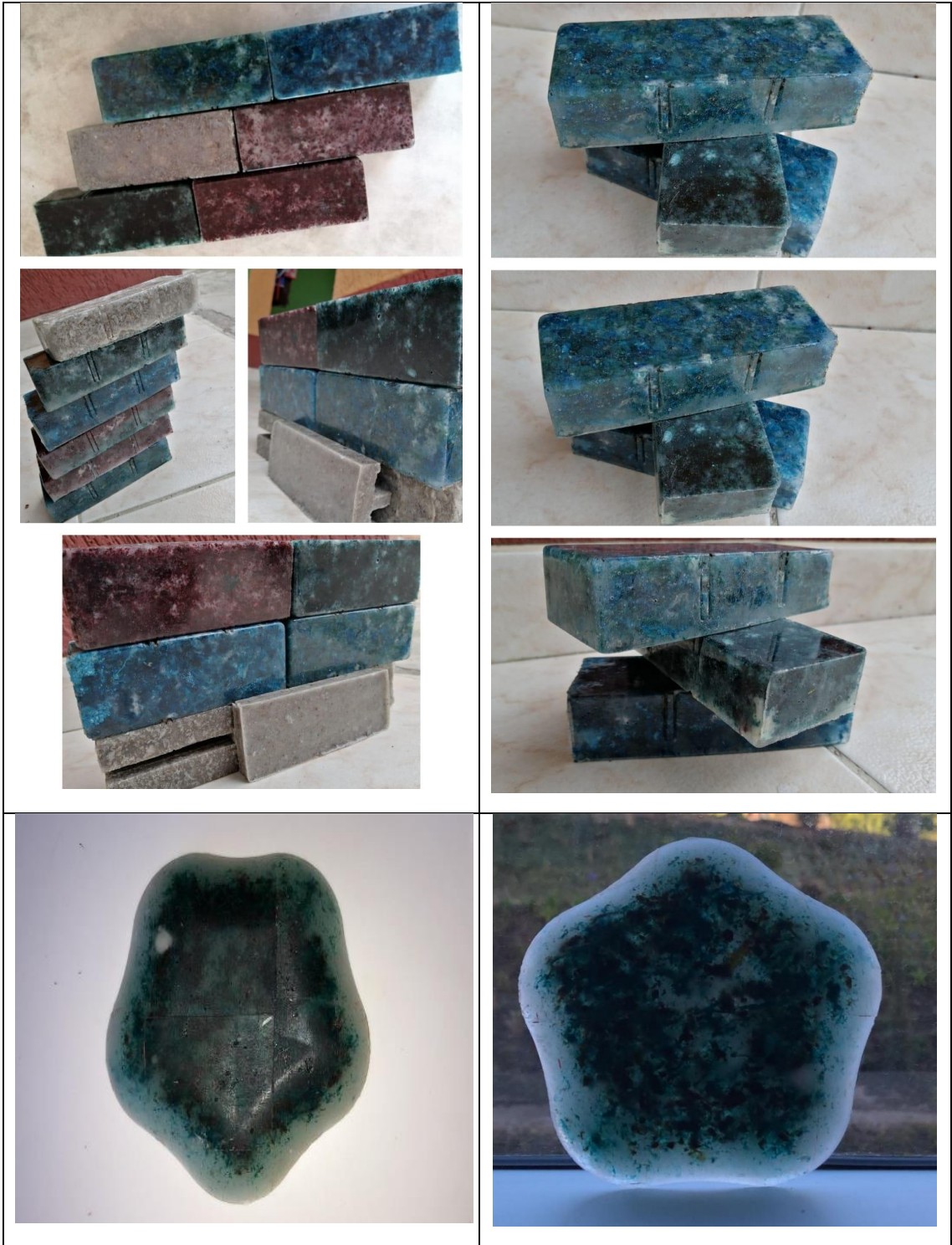
# ANEXOS

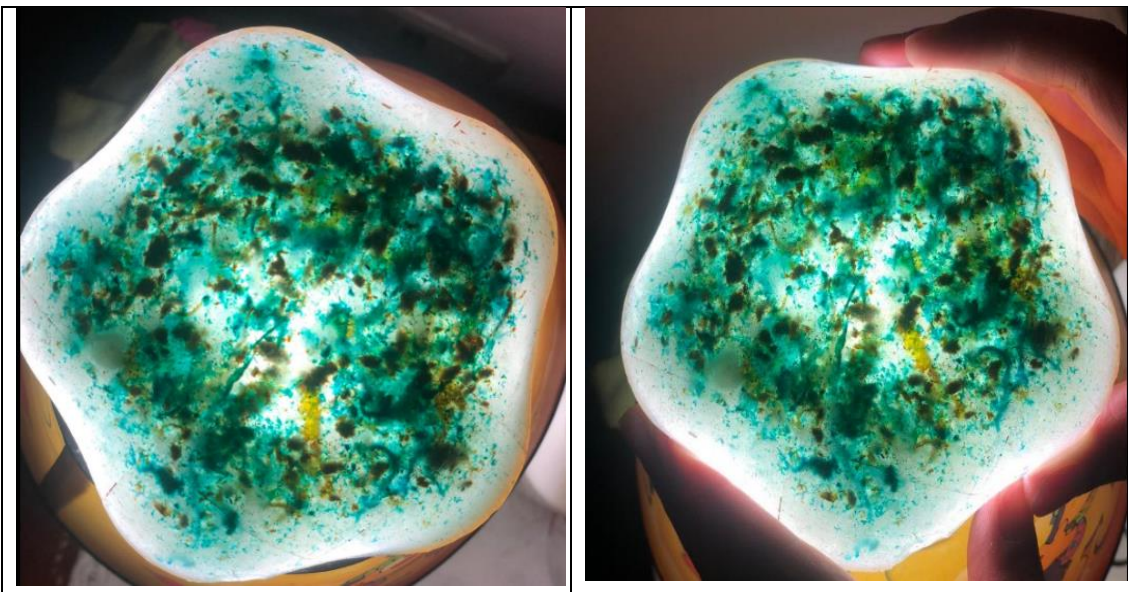
Anexo A. Registro fotográfico de los productos

### ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS PRODUCTOS


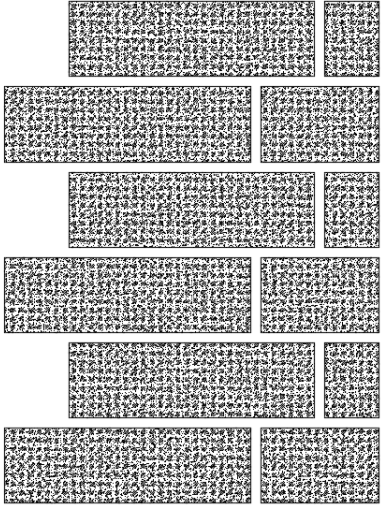
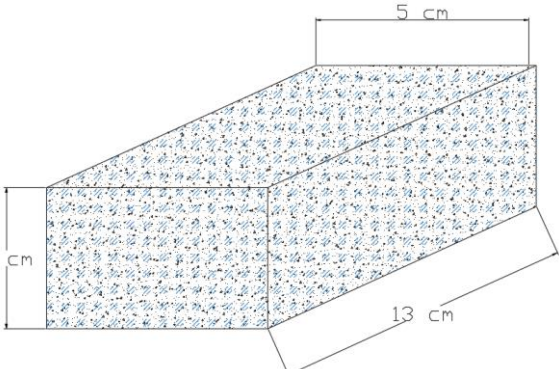
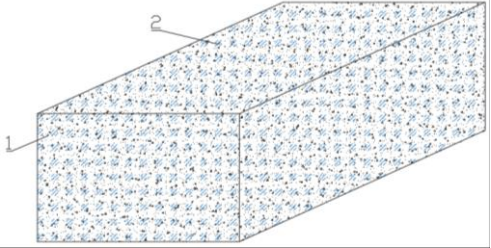






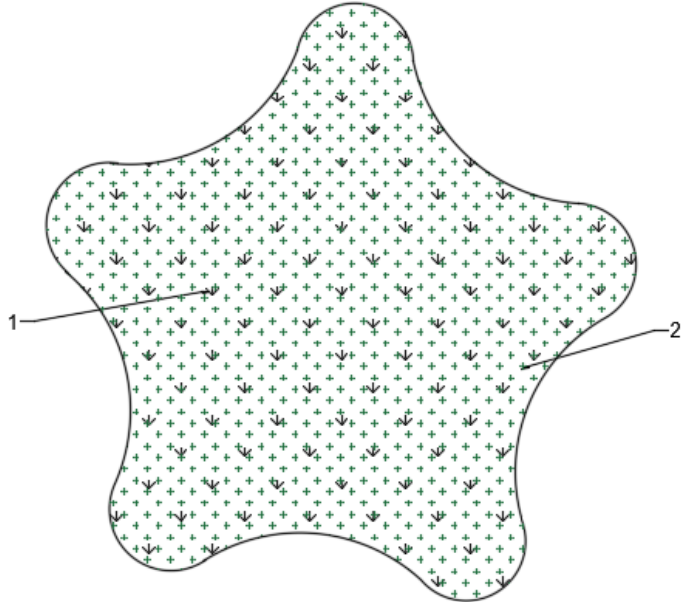
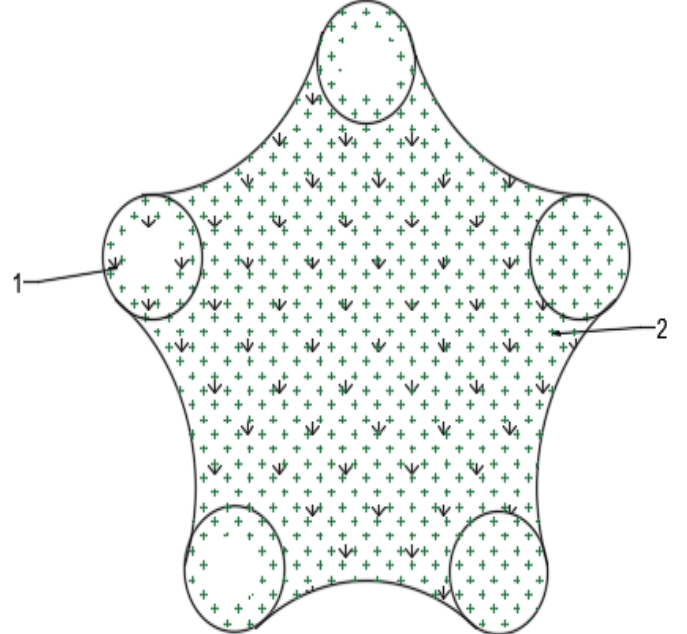


### ANEXO B. VISTAS DETALLADAS DEL ECO - MATERIAL LADRILLO

<p>Figura 1. Vista detallada frontal del eco ladrillo</p> 	<p>Figura 2. Vista detallada de pared puesto en obra</p> 
<p>Figura 3. Dimensiones del Eco - Material - ladrillo</p>  <p>Altura: 3 cm Largo: 13 cm Ancho: 5cm</p>	<p>Figura 4. Vista detallada de los componentes del Eco - Material - ladrillo</p>  <ol style="list-style-type: none"><li>1. Viruta de cuero</li><li>2. Material aglutinante resina "Polymer Coating Hardener"</li></ol>

Fuente: Autores

### ANEXO C. VISTAS DETALLADAS DEL ECO - MATERIAL ACABADO

	<p><b>Composición</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Viruta de cuero</li><li>2. Resina "Polymer Coating Hardener"</li></ol>
	<p><b>Composición</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Viruta de cuero</li><li>2. Resina "Polymer Coating Hardener"</li></ol>

Fuente: Autores

### ANEXO C. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

<b>Grupos</b>	<b>Intereses</b>	<b>Problema Percibido</b>	<b>Mandatos y recursos</b>
<b>Clientes</b> (Ingenieros Civiles, Arquitectos, Diseñadores de interiores)	Un producto más económico con los estándares de calidad para su comercialización.	Producto no consolidado en el mercado	Quejas y reclamos por los productos fabricados
<b>Proveedor</b> (Industria de curtiembres)	Aumentar su participación en el mercado. Pagos por almacenamiento de insumos para la fabricación de los productos	Ninguno	Contratos. Acuerdos de servicios
<b>Proveedor</b> (Industria Fabricante de resinas)	Pagos acordados oportunamente para la fabricación de los productos	Ninguno	Contratos. Acuerdos de servicios
<b>Personal de compañía</b>	Mejorar sus conocimientos y competencias. Mejorar la creatividad para el desarrollo de cada producto	Mal funcionamiento del producto genera quejas y reclamos de los clientes con ellos	Ninguno

Fuente: Autores

### ANEXO D. ESTRATEGIAS DE INVOLUCRADOS

Grupos	Estrategias
<b>Clientes</b> (Ingenieros Civiles, Arquitectos, Diseñadores de interiores)	1. Crear publicidad promocionando nuestro producto. 2. Entrega de descuentos por la compra de nuestro producto
<b>Proveedor</b> (Industria de curtiembres)	Bonos de dinero por cada tonelada de residuo de viruta de cuero.
<b>Proveedor</b> (Industria Fabricante de resinas)	1. Eficiente sistema de pago a proveedores. 2. Programas de reconocimiento a proveedores por categorías: Innovación, cumplimiento, apoyo técnico, desarrollo de soluciones.
<b>Personal de la compañía</b>	1. Monitorear de cerca su satisfacción laboral. 2. Jornadas de creatividad en la cual se involucre al personal de la compañía, para hacer comprender la visión y el rumbo que persigue la empresa

Fuente: Autores

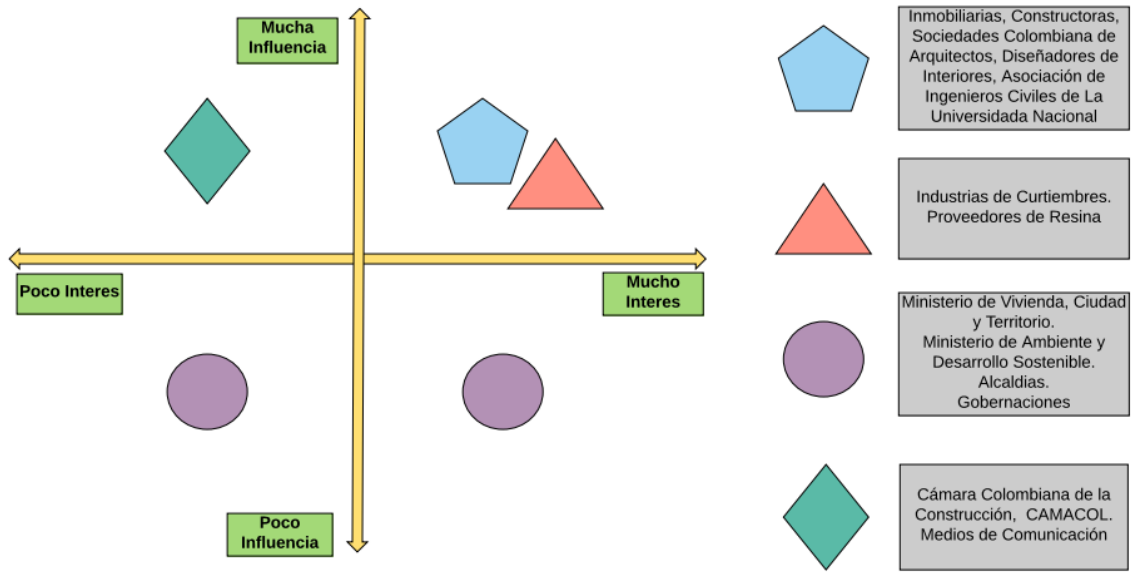
Anexo F. Identificación de actores del proyecto.

### ANEXO E. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES DEL PROYECTO

<b>Esfera de acción de los actores</b>		
<b>Economía</b>	<b>Político – institucional</b>	<b>Social</b>
Industrias de curtiembres	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Cámara Colombiana de la Construcción, CAMACOL
		Asociación de Ingenieros Civiles de la Universidad Nacional, AICUN
	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Medios de comunicación
Alcaldías		
Proveedores de Resina	Gobernaciones	Inmobiliarias, Constructoras, Empresas diseñadoras de Interiores
		Sociedad Colombiana de Arquitectos

Fuente: Autores

### ANEXO F. MAPEO DE ACTORES



Fuente: Autores

Anexo H. Sugerencias del gremio constructor.

### ANEXO G. SUGERENCIAS DEL GREMIO CONSTRUCTOR.

Finalmente, si tiene alguna sugerencia para mejorar la producción de los ladrillos y acabados háganos lo saber. Muchas gracias por su atención.

48 respuestas

Ninguna

Pues me gustaría conocer más de este producto ventajas y desventajas de uso de esto

Lo más importante es el costo por m2 y ver directamente el acabado.

Esta gran innovación me parece muy buena ojala que los apoyen

No colocaron las dimensiones del ladrillo, lo cual no permite saber si el precio es competitivo con otros productos  
No se sabe nada sobre el olor

Muy innovador menos contaminación en las ladrilleras

Muy bueno

Bueno

Finalmente, si tiene alguna sugerencia para mejorar la producción de los ladrillos y acabados háganos lo saber. Muchas gracias por su atención.

48 respuestas

Precio favorable

Interesante el proyecto

Continúen con el producto

Una vez se tengan al mercado, realizar mucha publicidad para que los que apoyamos la reutilización de materiales desechados, apoyemos éstas ideas innovadoras.

Intentar darle un acabado de colores calidos

Si debería tener tonos como ladrillo ala vista o más variedad de colores para las fachadas y así competir con los mercados tradicionales

Debería tener una referencia respecto a resistencia y modo de uso

Excelente idea

Finalmente, si tiene alguna sugerencia para mejorar la producción de los ladrillos y acabados háganos lo saber. Muchas gracias por su atención.

48 respuestas

Falta descripción

Es muy interesante el proyecto.

El producto es innovador e interesante.

Queda muy alto costo y más con la Economía como esta

Precio accesibles

Para la instalación deberían tener estrategias bien interesantes, de esta manera creería que tendría más salida el producto...Me parece muy buen proyecto.

Es necesario identificar con bastante claridad las características técnicas del ladrillo con los que hay en el mercado

No

Finalmente, si tiene alguna sugerencia para mejorar la producción de los ladrillos y acabados háganos lo saber. Muchas gracias por su atención.

48 respuestas

Mostrarlo en otra presentación donde llame mejor la atención antes de leer que era me preguntaba si era una panelista o algo como con cera de vela

Excelente iniciativa

Agregar texturas y colores variados

Hace falta mas información de su uso

Algo innovador y contribuye con el medio ambiente

Las cortinas son contaminantes. Producir cuero ayuda a la deforestación

Aumentar el tamaño

Mis Felicitaciones, Solamente bajen el precio un poco,

Informar acerca de Resistencia o durabilidad de los ladrillos y revisar precios competitivos

Finalmente, si tiene alguna sugerencia para mejorar la producción de los ladrillos y acabados háganos lo saber. Muchas gracias por su atención.

48 respuestas

Con que se pega cemento o algún pega te especial

Felicitaciones por el proyecto innovador

Costo por unidad no es competitivo al mercado, más diseños.

No tengo

El producto es innovador pero es mejor conocerlo en vivo para ver bien el detalle.. Pero insisto es innovador

Dimensiones? Peso? Confiabilidad y seguridad?

Quisiéramos saber cómo se pagarían esos ladrillos, pues suponemos es un material más liviano que normalmente utilizado.

El precio no es el que hace la calidad, sino la calidad del material con que se hace

Finalmente, si tiene alguna sugerencia para mejorar la producción de los ladrillos y acabados háganos lo saber. Muchas gracias por su atención.

48 respuestas

No tengo

El producto es innovador pero es mejor conocerlo en vivo para ver bien el detalle.. Pero insisto es innovador

Dimensiones? Peso? Confiabilidad y seguridad?

Quisiéramos saber cómo se pagarían esos ladrillos, pues suponemos es un material más liviano que normalmente utilizado.

El precio no es el que hace la calidad, sino la calidad del material con que se hace

Me gusta por la mantener y mejorar el Medio ambiente y saber que es muy bueno

Permitir ver físicamente el producto terminado.

No ninguna gracias

Anexo I. Análisis de costos – Eco - Material ladrillo

ANEXO H. ANÁLISIS DE COSTOS – ECO - MATERIAL LADRILLO

Producto	Insumo	Unidad	Precio Unitario	Rinde	Costo
Eco - Material - Ladrillo	Resina (Polymer Hardener Coating)	Galón + Catalizador	\$ 300.000	150	\$ 2.000

Productos	Ventas en Unidades Año 1	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
1	Eco material - Ladrillo	200	350	500	650	800	950	1,100	1,250	1,400	1,550	1,700	1,850	12,300

Ventas en \$ Año 1	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total
Eco material - Ladrillo	\$400.000	\$700.000	\$1,000.000	\$1,300.000	\$1,600.000	\$1,900.000	\$2,200.000	\$2,500.000	\$2,800.000	\$3,100.000	\$3,400.000	\$3,700.000	\$24,600.000

COSTOS VARIABLES	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Materias Primas e Insumos (Resina)	\$ 400.000	\$ 700.000	\$ 1,000.000	\$ 1,300.000	\$ 1,600.000	\$ 1,900.000	\$ 2,200.000	\$ 2,500.000	\$ 2,800.000	\$ 3,100.000	\$ 3,400.000	\$ 3,700.000	\$24,600.000
Mano de Obra	\$ 30.000	\$ 40.000	\$ 50.000	\$ 60.000	\$ 70.000	\$ 80.000	\$ 90.000	\$ 100.000	\$ 110.000	\$ 120.000	\$ 130.000	\$ 140.000	\$1,020.000
Electricidad	\$ 20.000	\$ 22.000	\$ 24.000	\$ 26.000	\$ 28.000	\$ 30.000	\$ 32.000	\$ 34.000	\$ 36.000	\$ 38.000	\$ 40.000	\$ 42.000	\$ 372.000
Mantenimiento moldes	\$ 10.000	\$ 12.000	\$ 14.000	\$ 16.000	\$ 18.000	\$ 20.000	\$ 22.000	\$ 24.000	\$ 26.000	\$ 28.000	\$ 30.000	\$ 32.000	\$ 252.000
Acueducto	\$ 25.000	\$ 30.000	\$ 35.000	\$ 40.000	\$ 45.000	\$ 50.000	\$ 55.000	\$ 60.000	\$ 65.000	\$ 70.000	\$ 75.000	\$ 80.000	\$ 630.000
Aseo y limpieza	\$ 20.000	\$ 24.000	\$ 28.000	\$ 32.000	\$ 36.000	\$ 40.000	\$ 44.000	\$ 48.000	\$ 52.000	\$ 56.000	\$ 60.000	\$ 64.000	\$ 504.000
Transporte	\$ 60.000	\$ 80.000	\$ 100.000	\$ 120.000	\$ 140.000	\$ 160.000	\$ 180.000	\$ 200.000	\$ 220.000	\$ 240.000	\$ 260.000	\$ 280.000	\$ 2,040.000
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>\$ 565.000</b>	<b>\$ 908.000</b>	<b>\$ 1,251.000</b>	<b>\$ 1,594.000</b>	<b>\$ 1,937.000</b>	<b>\$ 2,280.000</b>	<b>\$ 2,623.000</b>	<b>\$ 2,966.000</b>	<b>\$ 3,309.000</b>	<b>\$ 3,652.000</b>	<b>\$ 3,995.000</b>	<b>\$ 4,338.000</b>	<b>\$ 29,418.000</b>

COSTOS FIJOS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total
Publicidad	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$1,200.000
Internet, celular	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$480.000
Alquiler del local	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$6,000.000
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$640.000</b>	<b>\$7,680.000</b>

COSTOS TOTALES = COSTOS FIJOS + COSTOS VARIABLES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total
	\$1,205.000	\$1,548.000	\$1,891.000	\$2,234.000	\$2,577.000	\$2,920.000	\$3,263.000	\$3,606.000	\$3,949.000	\$4,292.000	\$4,635.000	\$4,978.000	\$37,098.000

Anexo J. Análisis de costos – Eco - Material acabado

ANEXO I. ANÁLISIS DE COSTOS – ECO - MATERIAL ACABADO

Producto	Insumo	Unidad	Precio Unitario	Rinde	Costo
Eco - Material - acabado	Resina (Polymer Hardener Coating)	Galón + Catalizador	\$ 300.000	130	\$ 3.000

Ventas en Unidades Año 1	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Eco material - Acabado	100	210	320	430	540	650	760	870	980	1,090	1,200	1,310	8,460

Ventas en \$ Año 1	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total
Eco material - Acabado	\$300.000	\$630.000	\$960.000	\$1,290.000	\$1,620.000	\$1,950.000	\$2,280.000	\$2,610.000	\$2,940.000	\$3,270.000	\$3,600.000	\$3,930.000	\$25,380.000

COSTOS VARIABLES	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Materias Primas e Insumos (Resina)	\$ 300.000	\$ 630.000	\$ 960.000	\$ 1,290.000	\$ 1,620.000	\$ 1,950.000	\$ 2,280.000	\$ 2,610.000	\$ 2,940.000	\$ 3,270.000	\$ 3,600.000	\$ 3,930.000	\$ 25,380.000
Mano de Obra	\$ 30.000	\$ 40.000	\$ 50.000	\$ 60.000	\$ 70.000	\$ 80.000	\$ 90.000	\$ 100.000	\$ 110.000	\$ 120.000	\$ 130.000	\$ 140.000	\$ 1,020.000
Electricidad	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 240.000
Mantenimiento Moldes	\$ 10.000	\$ 12.000	\$ 14.000	\$ 16.000	\$ 18.000	\$ 20.000	\$ 22.000	\$ 24.000	\$ 26.000	\$ 28.000	\$ 30.000	\$ 32.000	\$ 252.000
Acueducto	\$ 25.000	\$ 30.000	\$ 35.000	\$ 40.000	\$ 45.000	\$ 50.000	\$ 55.000	\$ 60.000	\$ 65.000	\$ 70.000	\$ 75.000	\$ 80.000	\$ 630.000
Aseo y limpieza	\$ 20.000	\$ 24.000	\$ 28.000	\$ 32.000	\$ 36.000	\$ 40.000	\$ 44.000	\$ 48.000	\$ 52.000	\$ 56.000	\$ 60.000	\$ 64.000	\$ 504.000
Transporte	\$ 35.000	\$ 40.000	\$ 45.000	\$ 50.000	\$ 55.000	\$ 60.000	\$ 65.000	\$ 70.000	\$ 75.000	\$ 80.000	\$ 85.000	\$ 90.000	\$ 750.000
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	\$440.000	\$796.000	\$1,152.000	\$1,508.000	\$1,864.000	\$2,220.000	\$2,576.000	\$2,932.000	\$3,288.000	\$3,644.000	\$4,000.000	\$4,356.000	\$28,776.000

COSTOS FIJOS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total
Publicidad	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 1,200.000
Internet, celular	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$40.000	\$480.000
Alquiler del local	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$6,000.000
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$640.000	\$7,680.000

Meses	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total
<b>Costos totales</b>	\$1,080.000	\$1,436.000	\$1,792.000	\$2,148.000	\$2,504.000	\$2,860.000	\$3,216.000	\$3,572.000	\$3,928.000	\$4,284.000	\$4,640.000	\$4,996.000	\$36,456.000

