



**DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIO VERDE PARA UN MATERIAL  
ALTERNATIVO EN LA PRODUCCIÓN DE UN NEUMÁTICO DE BICICLETA QUE  
PERMITA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS NEUMÁTICOS  
CONVENCIONALES.**

Diego Armando Amaya Doza

Nicolás Mayorga Arcila

2001-026

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, Colombia  
Octubre de 2020



**DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIO VERDE PARA UN MATERIAL ALTERNATIVO EN LA PRODUCCIÓN DE UN NEUMÁTICO DE BICICLETA QUE PERMITA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS NEUMÁTICOS CONVENCIONALES.**

Diego Armando Amaya Doza

Nicolás Mayorga Arcila

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Ambiental**

**Director:** John Fredy Arias Duque

Línea de Investigación:  
Gestión y productividad sustentables  
Mercados verdes

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, Colombia  
2020




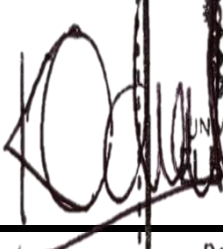
UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Por una cultura de la vida, su calidad y su sentido

## SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

### ACTA No: 1202

En las instalaciones de la Universidad El Bosque, se desarrolló la sustentación del trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE UN MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN NEUMÁTICO DE BICICLETA, QUE PERMITA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS LLANTAS CONVENCIONALES, POR MEDIO DE UN MODELO DE NEGOCIO VERDE.**, escrito por **NICOLAS MAYORGA ARCILA, C.C. 1020819251** y **DIEGO ARMANDO AMAYA DOZA, C.C. 1019114170**, bajo la dirección de **JOHN FREDY ARIAS DUQUE, con documento 75003493**, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental. El trabajo fue evaluado por los jurados **JOSÉ FRANCISCO IBLA GORDILLO, con documento 80241303** y **GUSTAVO CONTRERAS, con documento 79859868**. Al finalizar la deliberación se concluyó que cumple con los criterios de calidad, por lo que se determina que el trabajo es **Aprobado**. En constancia, se firma en Bogotá, D.C., el 20 noviembre de 2020



**KENNETH OCHOA VARGAS**  
Dirección  
Programa de Ingeniería Ambiental

Director

Programa de Ingeniería Ambiental



**GERMÁN AGUDELO ASCENCIO**  
SECRETARÍA ACADÉMICA  
Facultad de Ingeniería

Secretario Académico

Facultad de Ingeniería

## **Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional**

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

## *Agradecimientos*

En primer lugar, queremos agradecer al profesor John Fredy Arias, por todo el tiempo, el apoyo, pero, sobre todo, por la enorme paciencia que tuvo con nosotros durante el desarrollo del proyecto, alentándonos continuamente para poder culminar de la mejor manera posible el presente proyecto.

A la señora Marta de 3D center, por la enorme colaboración para la fabricación del prototipo de neumático.

A Sergio Miguel Mayorga Arcila por el esfuerzo generado en el diseño del prototipo de neumático de bicicleta para la impresión 3D.

## ***Dedicatoria***

*Dedico este trabajo a mi madre, que siempre ha creído en mí, incluso en los momentos en que nadie más lo hizo. A mi padre, que, aunque preocupado y temeroso por lo que pudiera pasar, siempre me dio ánimos y buenos consejos, para sobrellevar los momentos difíciles. A mi hermano, que siempre se mostró sereno y pensante dándome ánimos para buscar respuestas a las preguntas y criterio para mitigar las equivocaciones. Y a mis amigos y profesores de la universidad, que, aunque perduraron solo por un semestre o por más de cinco años, dejaron memorias dignas de ser recordadas, por el resto de la vida.*

*Nicolás Mayorga Arcila*

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y darme fuerza para continuar en este proceso tan importante de mi formación profesional. A mis padres: María Eugenia y Segismundo por siempre apoyarme, escucharme y brindarme su más sincero amor, porque es gracias a ustedes y a ese enorme esfuerzo que me permitió estar acá. Los amo con todo mi ser y son mi motor y mi mayor inspiración.*

*A mi hermana Paola, que la amo y le agradezco por siempre estar presente en cada momento importante de mi vida.*

*A mis tíos: Berta y Alfonso, por siempre escucharme y brindarme su apoyo incondicional, a quienes quiero como segundos padres.*

*A mi mejor amiga Alejandra, por alentarme en cada momento crucial de mi vida, sin pedir nada a cambio y sin nunca dudar de mi capacidad.*

*Diego Armando Amaya Doza*

## ***Tabla de Contenido***

|   |    |
|---|----|
| <b>1. Resumen.</b>  | 12 |
| <b>Palabras clave.</b>  | 12 |
| <b>Abstract.</b>  | 13 |
| <b>Key words.</b>   | 13 |
| <b>2. Introducción.</b>   | 13 |
| <b>3. Planteamiento del problema.</b>   | 14 |
| <b>4. Pregunta problema</b>   | 15 |
| <b>5. Justificación</b>   | 15 |
| <b>6. Objetivos.</b>  | 16 |
| 6.1. Objetivo general.  | 16 |
| 6.2. Objetivos específicos.   | 16 |
| <b>7. Marcos de referencia</b>  | 16 |
| 7.1.1 Perfil del cliente  | 17 |
| 7.1.2. Propuestas de valor  | 18 |
| 7.1.3. Modelo de negocio  | 19 |
| 7.1.3.1. Segmentos del mercado  | 19 |
| 7.1.3.2. Propuesta de valor   | 20 |
| 7.1.3.3. Canales  | 20 |
| 7.1.3.4. Relaciones con los clientes  | 20 |
| 7.1.3.5. Fuente de ingresos   | 20 |
| 7.1.3.6. Recursos clave   | 21 |
| 7.1.3.7. Asociaciones claves  | 21 |
| 7.1.3.8. Estructura de costos   | 21 |
| 7.1.3.9. Actividades clave  | 21 |
| 7.1.4. Negocios verdes  | 21 |
| 7.1.5.1 Mercados verdes   | 22 |
| 7.1.5.1.1. Mecanismo de desarrollo limpio   | 22 |
| 7.1.5.1.2. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad | 22 |
| 7.1.5.1.3. Eco productos industriales   | 22 |
| 7.1.5.1.4. Servicios ambientales  | 22 |
| 7.1.6. Eco innovación   | 22 |

|   |           |
|---|-----------|
| 7.1.7 Economía circular   | 23        |
| 7.1.8. Pensamiento de ciclo de vida                             | 24        |
| 7.2. Antecedentes.  | 25        |
| 7.3. Marco conceptual   | 30        |
| 7.3.1. Caucho natural (Hevea brasiliensis)                      | 30        |
| 7.3.2. Termoplásticos   | 30        |
| 7.3.3. Guayule  | 31        |
| 7.3.4. Eco material   | 31        |
| 7.3.5. PMV producto mínimo viable                               | 32        |
| 7.3.6. Impresión 3D   | 32        |
| 7.3.7. La bicicleta   | 32        |
| 7.3.7.1 Sistema Motriz  | 33        |
| 7.3.7.2 Cambios y frenos  | 33        |
| 7.3.7.3 Marco y horquilla                                       | 33        |
| 7.3.7.4 Sistema de rodado                                       | 33        |
| 7.3.7.4.1 Partes de la rueda de una bicicleta                   | 34        |
| 7.3.7.4.1.1 Buje  | 34        |
| 7.3.7.4.1.2 Rin   | 34        |
| 7.3.7.4.1.3 Radios  | 34        |
| 7.3.7.4.1.4 Neumático   | 34        |
| 7.3.7.4.1.5 Cámara de aire para el neumático                    | 34        |
| 7.3.7.4.1.5.1 Proceso de fabricación del neumático de bicicleta | 34        |
| <b>7.4. Marco Institucional</b>                                 | <b>37</b> |
| <b>7.5. Marco geográfico</b>                                    | <b>42</b> |
| <b>7.6. Marco Normativo.</b>                                    | <b>44</b> |
| <b>8 Metodología</b>  | <b>51</b> |
| 8.1. Desarrollo metodológico del objetivo específico 1          | 52        |
| 8.1.1. Primer objetivo específico                               | 52        |
| 8.1.2. Enfoque  | 52        |
| 8.1.3. Alcance  | 52        |
| 8.1.4. Técnicas e instrumentos                                  | 52        |
| 8.2. Desarrollo metodológico del objetivo específico 2          | 59        |



|  |           |
|--|-----------|
| 8.2.1. Segundo objetivo específico   | 59        |
| 8.2.2. Enfoque   | 59        |
| 8.2.3. Alcance   | 59        |
| 8.2.4. Técnicas e instrumentos   | 60        |
| 8.3. Desarrollo metodológico del objetivo específico 3   | 64        |
| 8.3.1. Tercer objetivo específico  | 64        |
| 8.3.2. Enfoque   | 64        |
| 8.3.3. Alcance   | 65        |
| 8.3.4. Técnicas e instrumentos   | 65        |
| <b>9. Resultados análisis y discusión</b>  | <b>67</b> |
| 9.1. Resultados objetivo específico 1:   | 67        |
| 9.1.1. Argumento de la elección de materiales para evaluación.                                 | 69        |
| 9.1.1.1. Caucho natural (Hevea brasiliensis).  | 69        |
| 9.1.1.2. Termoplástico Poliamida 6 (Nylon).  | 69        |
| 9.1.1.3. Caucho natural proveniente de diente de león.   | 69        |
| 9.2. Resultados objetivo específico 2:   | 83        |
| 9.2.4. Resultados de las encuestas realizadas  | 85        |
| 9.2.1. Fuerzas del mercado   | 91        |
| 9.2.2. Análisis del entorno  | 91        |
| 9.2.2.1. Fuerzas de la industria   | 91        |
| 9.2.2.3 Tendencias del mercado   | 92        |
| 9.2.2.4. Fuerzas macroeconómicas   | 92        |
| 9.2.2.5. Propuesta de valor  | 95        |
| 9.2.3. Consideraciones más relevantes del canvas y el análisis del entorno.                    | 98        |
| 9.3. Resultados objetivo específico 3:   | 99        |
| 9.3.1. Revisión bibliográfica del proceso productivo uso y reciclaje de la poliamida 6 (nylon) | 99        |
| 9.3.1.1. Proceso industrial para la fabricación, de la poliamida 6                             | 99        |
| 9.3.1.1.1. Línea de reactores 1 para la fabricación de la poliamida 6                          | 99        |
| 9.3.1.2 Usos del nylon en la industria   | 105       |
| 9.3.1.3. Reciclaje de poliamida 6 (nylon)  | 107       |
| 9.4. Diseño y fabricación del prototipo de neumático de bicicleta.                             | 110       |
| 9.5. Análisis del diseño y fabricación del prototipo de neumático de poliamida 6.              | 114       |

|   |     |
|---|-----|
| <b>10. Conclusiones</b>                                     | 116 |
| <b>11. Recomendaciones</b>                                  | 117 |
| <b>12. Bibliografía</b>                                     | 118 |
| <b>13. Anexos</b>   | 127 |
| 13.1 Árbol de problemas                                     | 127 |
| 13.2. Formato de encuesta virtual para el modelo de negocio | 128 |
| 13.2 Presupuesto  | 131 |

## ***Listado de Tablas***

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Recopilación de investigaciones relacionadas con materiales alternativos para la fabricación de neumáticos. | 25 |
| Tabla 2. Desarrollo del marco institucional.   | 37 |
| Tabla 3. Marco normativo.  | 44 |
| Tabla 4. Fases de la metodología de Análisis Multicriterio.  | 52 |
| Tabla 5. Diseño de tabla de desempeño para cada alternativa.   | 53 |
| Tabla 6. Rangos del criterio 1. Tiempo de obtención del material.  | 54 |
| Tabla 7. Rangos del criterio 2. Impactos generados.  | 55 |
| Tabla 8. Rangos del criterio 3. Requerimiento de insumos químicos.   | 55 |
| Tabla 9. Rangos del criterio 4. Complejidad tecnológica del proceso.   | 56 |
| Tabla 10. Rangos del criterio 5. Costo de obtención del material.  | 57 |
| Tabla 11. Rangos del criterio 6. Eficiencia del material   | 57 |
| Tabla 12. Rangos del criterio 7. Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial                         | 58 |
| Tabla 13 Diseño de tabla de desempeño para cada alternativa  | 68 |
| Tabla 14 Análisis de Desempeño para el caucho natural ( <i>Hevea brasiliensis</i> )                                  | 69 |
| Tabla 15. Análisis de desempeño para el termoplástico Poliamida 6 (Nylon)  | 72 |
| Tabla 16 Análisis de desempeño para el caucho proveniente de diente de león  | 74 |
| Tabla 17: Ejemplo de cómo establecer los coeficientes de importancia relativa.                                       | 76 |
| Tabla 18 Coeficientes de importancia relativa (CIR).   | 77 |
| Tabla 19: Criterios y sus (CIR)  | 77 |
| Tabla 20: Ejemplo de cómo establecer los coeficientes de selección ambiental.  | 78 |
| Tabla 21 CSA para el tiempo de obtención del material  | 78 |
| Tabla 22 CSA para los impactos generados   | 79 |
| Tabla 23 CSA para los requerimientos de insumos químicos   | 79 |
| Tabla 24 CSA para la complejidad tecnológica   | 80 |
| Tabla 25 CSA para el costo de obtención del material   | 80 |
| Tabla 26 CSA para la eficiencia del material   | 80 |
| Tabla 27 CSA para la necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial                                     | 81 |
| Tabla 28 Matriz final de coeficientes y selección de la alternativa  | 81 |
| Tabla 29: MODELO CANVAS INICIAL  | 84 |
| Tabla 30: Contenido del lienzo para el perfil del cliente.   | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 31 Contenido del lienzo de la propuesta de valor | 94  |
| Tabla 32: MODELO CANVAS FINAL                          | 96  |
| Tabla 33 Principales objetos hechos de poliamida 6     | 106 |
| Tabla 34: Presupuesto                                  | 131 |

## ***Listado de figuras***

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Lienzo del perfil del cliente                                       | 17 |
| Figura 2: Lienzo de la propuesta de valor                                     | 18 |
| Figura 3. Lienzo de modelo canvas.  | 19 |
| Figura 4: Beneficios de la economía circular                                  | 24 |
| Figura 5: Proceso de fabricación de un neumático                              | 25 |
| Figura 6: Ciclo de vida de un neumático                                       | 25 |
| Figura 7: Partes de una bicicleta   | 33 |
| Figura 8: Homogeneizado y masticado   | 34 |
| Figura 9: Proceso de extricción   | 35 |
| Figura 10: Proceso de empalme y vulcanización                                 | 35 |
| Figura 11: Uniones del neumático y la cámara de aire                          | 36 |
| Figura 12: Uniones del neumático y la cámara de aire                          | 36 |
| Figura 13: Estructura de un neumático sin cámara                              | 36 |
| Figura 14. Distribución de los bicirreiles a lo largo de la ciudad de Bogotá. | 43 |
| Figura 15. Duración en minutos del viaje en bicicleta en la ciudad de Bogotá. | 43 |
| Figura 16: Metodología para el desarrollo del primer objetivo específico.     | 59 |
| Figura 17: Lienzo Canvas.   | 60 |
| Figura 18: Lienzo del perfil del cliente                                      | 61 |
| Figura 19: Lienzo de la propuesta de valor                                    | 61 |
| Figura 20: Logo de Facebook   | 63 |
| Figura 21: Logo de twitter  | 64 |
| Figura 22: Metodología para el desarrollo del segundo objetivo específico.    | 64 |
| Figura 23: Software de diseño   | 66 |
| Figura 24: Metodología para el desarrollo del tercer objetivo específico      | 67 |
| Figura 25: Edad vs cantidad de personas según encuesta                        | 85 |
| Figura 26: Cantidad de personas en relación a la localidad.                   | 86 |
| Figura 27: Resultados de la pregunta 1  | 86 |
| Figura 28: Resultados de la pregunta 2  | 87 |
| Figura 29: Resultados de la pregunta 3  | 87 |
| Figura 30: Resultados de la pregunta 4  | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 31: Resultados de la pregunta 5                                       | 88  |
| Figura 32: Resultados de la pregunta 6                                       | 89  |
| Figura 33: Resultados de la pregunta 7                                       | 89  |
| Figura 34: Resultados de la pregunta 8                                       | 90  |
| Figura 35: Resultados de la pregunta 9                                       | 90  |
| Figura 36: Perfil del cliente  | 93  |
| Figura 37: Herramienta ad-libs   | 96  |
| Figura 38: Diagrama de reactores químicos para la fabricación de poliamida 6 | 100 |
| Figura 39: Reacción química del reactor 1                                    | 100 |
| Figura 40: Proporciones en la producción del reactor 1                       | 100 |
| Figura 41: Reacción química del reactor 2                                    | 101 |
| Figura 42: Proporciones en la reacción del reactor 2                         | 101 |
| Figura 43: Reacción química del reactor 3                                    | 101 |
| Figura 44: Proporciones en la reacción del reactor 3                         | 102 |
| Figura 45: Reacción química del absorbedor 1                                 | 102 |
| Figura 46: Proporciones en la reacción del absorbedor 1                      | 102 |
| Figura 47: Reacción química del reactor 4                                    | 103 |
| Figura 48: Proporciones en la reacción del reactor 4                         | 103 |
| Figura 49: Reacción química del absorbedor 2                                 | 104 |
| Figura 50: Proporciones en la reacción del absorbedor 2                      | 104 |
| Figura 51: Reacción química del reactor 5                                    | 105 |
| Figura 52: Proporciones en la reacción del reactor 5                         | 105 |
| Figura 53: Proceso de reciclaje mecánico                                     | 108 |
| Figura 54: Separación.   | 108 |
| Figura 55: lavado.   | 108 |
| Figura 56: Prensado.   | 109 |
| Figura 57: Molienda.   | 109 |
| Figura 58: Extrusora   | 109 |
| Figura 59: Vista lateral del neumático base para el diseño                   | 110 |
| Figura 60: Vista frontal del neumático base para el diseño.                  | 110 |
| Figura 61: Longitud exterior del neumático base para el diseño               | 111 |
| Figura 62: Longitud interior del neumático base para el diseño               | 111 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 63: Perfil del neumático base para el diseño  | 111 |
| Figura 64: Ancho exterior del neumático base para el diseño  | 112 |
| Figura 65: Vista interior de un neumático anti pinchazos   | 112 |
| Figura 66: Diseño culminado del neumático con ayuda del programa Rhino                                 | 112 |
| Figura 67: Ajuste de la impresión  | 113 |
| Figura 68: Fabricación del neumático   | 113 |
| Figura 69: Vista lateral del neumático fabricado   | 114 |
| Figura 70: Vista posterior del neumático fabricado.  | 114 |
| Figura 71: Árbol de problemas  | 127 |
| Figura 72: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Edad, localidad de residencia y pregunta 1) | 128 |
| Figura 73: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Preguntas 2 – 4)                            | 129 |
| Figura 74: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Preguntas 5 y 6)                            | 130 |
| Figura 75: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Nota, Preguntas 7 y 8)                      | 130 |
| Figura 76: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Pregunta 9)                                 | 131 |
| Figura: 77: Cantidad de material y tiempo de fabricación en 3D para un neumático de 48 cm de diámetro. | 132 |

## ***1. Resumen.***

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal el diseñar un modelo de negocio verde para un material alternativo en la producción de un neumático de bicicleta, que permita mitigar el impacto ambiental de los neumáticos convencionales. En primera instancia, se definen los materiales como posibles alternativas al caucho convencional del *Hevea brasiliensis*, siendo estos los termoplásticos y el látex de diente de león ruso, evaluados a partir de un método de análisis multicriterio (AMC), encontrando como mejor opción, el termoplástico poliamida 6 nylon, previsto Con base en los lineamientos de evaluación establecidos para dicha metodología. Posteriormente se procede con la estructuración del modelo de negocio, a partir de la herramienta Canvas; estableciendo apartados en un primer intento, para posteriormente generar mediante la realización de encuestas, el perfil del cliente y la propuesta de valor, la consolidación de mayor información para una versión final mejor estructurada, de acuerdo a los hallazgos realizados, permitiendo conocer mejor la idea de negocio. Finalmente, se procede a elaborar un prototipo de neumático de bicicleta, a base de poliamida 6, a través de impresión 3D.

## ***Palabras clave.***

Negocio verde, poliamida 6, impresión 3D, neumático de bicicleta, análisis multicriterio, modelo de negocio.

## ***Abstract.***

This research had the main purpose of create a green business model for an alternative material in the bicycle tire's manufacturing that helps to mitigate the environmental impact of conventional tires. Firstly, there were established the materials as a possible alternative material of the conventional rubber (*Hevea brasiliensis*), those were thermoplastics and latex from Russian dandelion. These materials were evaluated by a Multicriteria Analysis (MCA) and as a result the best option was the Polyamide 6 thermoplastic which was the optimum material based on the evaluation guideline stablished for that methodology. Secondly, the business model was structured using a tool called Canvas. In the analysis, it was defined some guidelines, and then it was carried out a survey with the purpose of define key activities or client profile, which the purpose to consolidate the majority information which let to know the best way the value proposal or the business model. Finally, the bicycle tire prototype was made with the alternative material Polyamide 6 (P6) using a 3D printing.

Key words.

Green business, Polyamide 6, 3D printing, bicycle tire.



## ***2. Introducción.***

Desde la invención de la rueda, por los antiguos mesopotámicos en el 3000 y 3500 antes de cristo, (Colegio Lenka Franulic, 2014) el hombre ha generado la búsqueda de materiales existentes para elaborarla. Esto, en consecuencia, al desgaste constante, a la que es sometida una llanta por su uso regular, ya sea en el movimiento de vehículos de pedal o a motor. En la actualidad, dicha elaboración requiere de diversos insumos y materias primas que garantizan la durabilidad de la llanta, pero que también, inciden en altos niveles de contaminación a lo largo de su vida útil. Por lo que se hace necesario, iniciar con un planteamiento nuevo respecto a la materia prima, que pueda generar una menor cantidad de impactos durante las etapas de fabricación, uso y disposición final.

Al plantear lo anterior, es necesario tomar en consideración lo masivo que puede llegar a ser el mercado de los neumáticos en general. La rentabilidad de este negocio, es muy alta en todo el mundo, y cualquier empresa principal y reconocida, tiene a su vez, diferentes marcas secundarias de su propiedad, que complementan su trabajo en dicho mercado. El negocio de los neumáticos puede llegar a ser tan amplio, que la facturación, supera en la mayoría de los casos los 10 mil millones de dólares al año.” (Crónica Business, 2018).

Por tal motivo, se planteó el presente proyecto de investigación, que se basó en la selección de un material alternativo, óptimo en términos ambientales y técnicos, mediante una metodología de análisis multicriterio, aplicable a la estructuración de un modelo de negocio verde estructurado desde diversas herramientas asociadas a la conformación de modelos de negocio, e influenciado desde las crecientes tendencias que rigen hoy a los habitantes de la ciudad de Bogotá, siendo estas: El uso de la bicicleta como medio de recreación y transporte y la tendencia a nivel mundial de parte de los compradores a la adquisición de productos de fabricación sostenible. Para finalmente, consolidar un prototipo de neumático de bicicleta a base de poliamida 6, a partir de la impresión 3D.

## ***3. Planteamiento del problema.***

Cada año en Colombia, se generan más de 5 millones de neumáticos usados, equivalentes a 100.000 toneladas de residuos especiales de características duraderas. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017). A nivel de distrito capital, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) resalta que se generan en promedio 18.861 toneladas de neumáticos al año, cantidad de la cual 71,9% se destinan a uso energético (como combustible en los hornos de producción de panela en el noroccidente de Cundinamarca), 17,2% se reencaucha, 6,2% tiene uso artesanal, 2,3% se utiliza para grabado y el resto se destina para distintos usos (Hidalgo, 2017). Este dato toma especial relevancia al tomar en consideración el artículo 3 de la resolución 1488 de 2003, que establece que tan solo pueden utilizarse neumáticos para la combustión de hornos crematorios en un máximo de proporción del 20%, (Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial 2004) lo que evidencia ilegalidad en su disposición si se toma en cuenta las características específicas que deben tener los hornos y la proporción de disposición que se debe estar utilizando para que en Bogotá se llegue a un 71,9% de toneladas de neumáticos dispuestos para ese propósito.

En cuanto a neumáticos fabricados, al cuantificar las cifras a unidades de neumáticos producidos, según el Parque Automotor de Bogotá, se están produciendo 2.059.555 neumáticos de todo tipo de vehículos, sin contar la cantidad de neumáticos asociados a motos que sumadas elevarían la cifra a 3.987.000. Estos circulan progresivamente por todo el suelo bogotano, generando 2.500.000 neumáticos usados al año, es decir casi un 50% del total del país. De esta cifra en

Bogotá, 750.000 terminan en las calles. Debido a esto, la situación es cada vez más crítica. Según cifras oficiales tres de cada diez neumáticos (750.000 de 2'500.000) que culminan su vida útil por año, terminan en humedales, andenes, parques, separadores y frente a casas. Es decir, cada día más de 2.050 neumáticos terminan invadiendo el espacio público (Hidalgo, 2017), Cabe resaltar, que hasta hace muy poco la contribución de neumáticos de moto y bicicletas a estas cifras era todavía más alta, tomando en consideración que para el año 2015 la cuarta parte de los neumáticos comercializados anualmente en Bogotá, eran de motocicletas y bicicletas y estos no se encontraban regulados por ninguna norma hasta que fue expedida la resolución 1326 del 2017. (La opinión, 2017)

En consecuencia de lo anterior, se generan diversas problemáticas asociadas a la mala disposición de neumáticos, como lo son: La proliferación de vectores tales como ratas y mosquitos, que afecta la salud de las poblaciones circundantes a sus áreas de disposición o las quemas a cielo abierto, que afectan la calidad del aire. Problemas difíciles de controlar tomando en consideración la enorme dificultad que supone compactar un neumático en un relleno sanitario, implicando costos que podrían mitigarse con esfuerzos para el aprovechamiento de los neumáticos. Por tal razón, La mayoría simplemente será un residuo que permanecerá por cientos de años, pues su composición presenta materiales no biodegradables (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Por su parte, un neumático de automóvil pesa en promedio 11,5 kg cuando está nuevo y 9,0 kg después de su uso, en consecuencia, a una pérdida por fricción cercana a 2.5 kg. Por su parte, un neumático de camión de carga pesa alrededor de 54,5 kg cuando está nuevo y 45,5 kg después de usado, por lo que la pérdida por fricción es cercana a 9,0 kg en un periodo de uso de 6.33 años. Cabe resaltar que se requiere cerca de 20 litros de petróleo, para fabricar un neumático de automóvil y 80 litros para uno de camión de carga. Sabiendo esto, se puede percibir que está presente una cadena de impactos ambientales, asociados a la fabricación, uso y disposición final de los neumáticos convencionales. Estos mismos volúmenes de petróleo, inciden en generar un periodo de degradación de por lo menos 800 años lo que dificulta su disposición, y muestra la urgencia de generar un control significativo a esta clase de residuos (Ruiz, 2010). Además, es posible afirmar que existe un aporte significativo de contaminación, considerando actividades como el uso energético, que genera: Emisiones de contaminantes carcinogénicos y mutagénicos (SOX, NOX, CO, COVs), depósitos de cenizas en agua y suelo por quemas, y un deterioro del paisaje por acumulación de residuos, producto de la incineración. (Secretaría Distrital de Ambiente s.f) Con respecto a lo anterior, es posible decir que se presenta un desgaste ecológico, en cualquier etapa del ciclo de vida del neumático, exista o no una etapa de aprovechamiento.

En consecuencia, se han generado diferentes esfuerzos para dar una solución temporal a los neumáticos usados, mediante su reubicación o el aprovechamiento del material que las compone. Algunas de estas medidas son: artesanías, adecuación de zonas recreativas para niños y materia prima tanto para el asfalto, como para la industria del caucho (VIVEROS, 2017). A pesar de esto, es posible afirmar que las acciones generadas para mitigar la problemática asociada al caucho de los neumáticos, no han sido lo suficientemente acertadas para aminorar esta situación, puesto que no se ha abordado la posibilidad de sustituir los componentes de los neumáticos convencionales, por otros materiales o generar la búsqueda de una opción diferente al caucho convencional que presente menos inconvenientes en términos ecológicos.

#### **4. Pregunta problema**

¿Se puede obtener un material sustituto al caucho convencional, para la fabricación de neumáticos de bicicleta, que disminuya el impacto ambiental de los mismos, conservando la calidad y las propiedades mecánicas?

#### **5. Justificación**

El presente proyecto se justifica con base a la estructuración de un modelo de negocio verde, del que se plantee una alternativa asociada, a la implementación de un material diferente al caucho convencional, para la fabricación de neumáticos de bicicleta. Esto, a partir de las repercusiones ambientales esbozadas en su ciclo de vida, dando inicio en su proceso productivo, haciéndose notorios, en tres tipos de componentes principales.

**Residuos sólidos:** Desde el proceso de fabricación de neumáticos, gran cantidad de desechos se generan a partir de diferentes fuentes. Algunos de estos son: Caucho por neumáticos rechazados en pruebas experimentales y control de calidad. Metal por el uso de cordones de alambre y cables de acero. Textiles por uso de componentes como cordones de tela y cinturones. Y desechos, que corresponden a materia prima contaminada que se almacena en contenedores.

**Vertimientos:** Se generan a partir del uso de insumos como agentes antiadherentes, aceites y grasas que son retirados del neumático utilizando agua.

**Emisiones:** Se da la presencia de vapores, correspondientes a compuestos orgánicos volátiles, procedentes del uso de agentes de curado, aceleradora y antioxidante. (Udara S.P.R. Arachchige, 2019).

Con respecto a la etapa concerniente al uso de los neumáticos, es posible establecer que, al maniobrar, la abrasión hace que se desprendan fragmentos de las ruedas (National Geographic, 2019). Según un informe del 2013 de Tire Steward Manitoba, en Canadá, determinó que “los neumáticos para automóviles y furgonetas perdían casi 1,1 kilogramos de caucho a lo largo de su vida útil (una media de 6,33 años). El estudio de Kohl revela que los estadounidenses producen el mayor desgaste de neumáticos per cápita y estima que en total, los neumáticos de Estados Unidos producen unas 1,8 toneladas de micro plásticos al año.” El cual, genera aportes significativos en términos de material particulado. (TIRE STEWRD SHIT, 2020).

Finalmente, se resalta la grave problemática asociada, a la disposición final de los neumáticos convencionales, puesto que estos son acumulados y quemados en espacios públicos, generando grandes problemáticas a la población. Dichas problemáticas, también se ven evidenciadas en la etapa de aprovechamiento, ocasionando residuos y emisiones, los cuales contribuyen a una proliferación de vectores como mosquitos y roedores, debido al estancamiento de las aguas y la inaccesibilidad de zonas de almacenamiento, a su vez generan riesgos de derrumbe e incendios incontrolables, cuando se apilan en gran cantidad de manera inadecuada, y un deterioro del entorno y del paisaje debido a la aglomeración. (GUARIN, 2016).

Por tal motivo, se plantea otra alternativa desde su fabricación, mediante la búsqueda de un nuevo material, que propicie prescindir del caucho convencional, a través del uso de un componente alternativo. Esta búsqueda, pretende implementar un nuevo material en la elaboración de neumáticos de bicicleta, mediante la estructuración y puesta en marcha de un modelo de negocio verde, planteando un proceso de fabricación, que, al basarse en un material alternativo como componente principal, generará en menor medida la manipulación de insumos y reactivos químicos, que requieran desprenderse con agua o generen emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Así mismo, el modelo de negocio verde, permitirá contemplar la posibilidad de

aprovechar una materia prima alternativa, en un proceso productivo diferente y por ende en una actividad económica distinta, como lo es la producción de neumáticos de bicicleta. Respecto al componente social, se contempla el fomento de empleo, desde la producción sostenible de materiales para la fabricación de neumáticos de bicicleta.

## **6. Objetivos.**

### **6.1. Objetivo general.**

Diseñar un modelo de negocio verde para un material alternativo en la producción de un neumático de bicicleta que permita mitigar el impacto ambiental de los neumáticos convencionales.

### **6.2. Objetivos específicos.**

Seleccionar el material a trabajar, por medio de un análisis de alternativas multicriterio, para elegir el más óptimo, desde la perspectiva técnica y ambiental.

Estructurar el modelo de negocio verde para el material seleccionado, a través de herramientas de innovación en modelos de negocio.

Elaborar un prototipo de neumático con el material seleccionado a través de impresión 3D

## **7. Marcos de referencia**

### **7.1. Marco teórico**

En consideración a las actividades a desarrollar en cada objetivo específico, se vuelve necesario estructurar la teoría que soporta y conforma el desarrollo del presente proyecto de investigación. Dicha teoría, corresponde a cinco pilares fundamentales: El primer pilar fundamental, hace referencia a la parte asociada al modelo de negocio, cuya organización y planificación, se encuentra estructurada por medio del perfil del cliente, la propuesta de valor y el lienzo de modelo de negocio canvas, los cuales basan su conformación en cuatro áreas fundamentales: La oferta, los clientes, la infraestructura y la viabilidad económica. Los cuatro últimos pilares, corresponden a los temas referentes a negocios verdes, ecoinnovación, economía circular y pensamiento de ciclo de vida, temas que permitirán adherir un componente importante de sostenibilidad al modelo de negocio. Estos pilares, se encuentran definidos a continuación.

#### **7.1.1 Perfil del cliente**

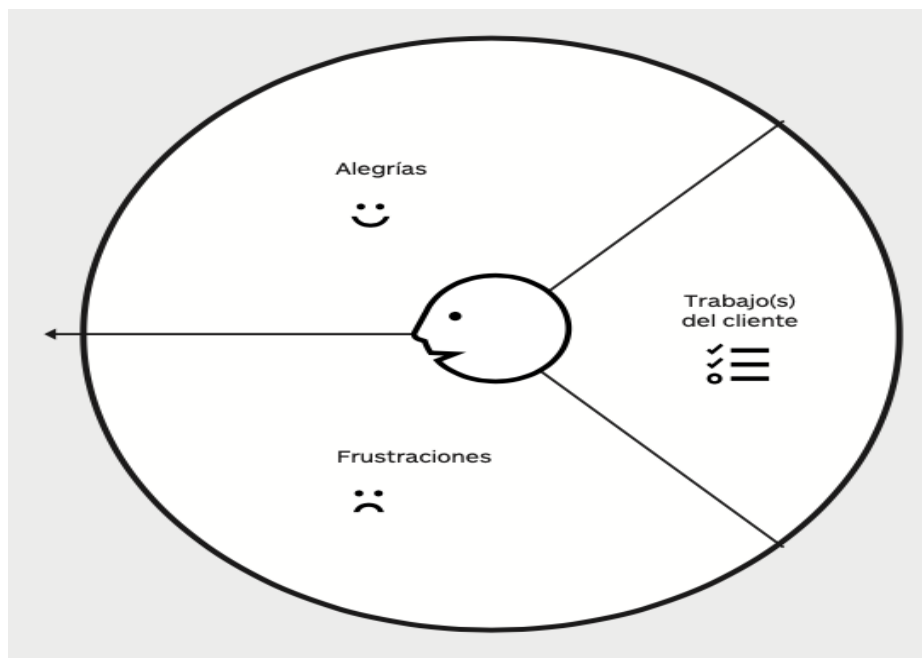
Este apartado, permite ampliar la información demográfica con un conocimiento profundo del entorno, el comportamiento, las inquietudes y las aspiraciones de los clientes. De esta manera, se concibe un modelo de negocio más fuerte, puesto que el perfil del cliente, contribuye en la dirección del diseño de propuestas de valor, canales de contacto y relaciones con los clientes más adecuados. Según (Osterwalder y Pigneur 2015) “El objetivo es definir el punto de vista de un cliente para cuestionar constantemente las premisas del modelo de negocio. La creación de un perfil de cliente, permite responder más acertadamente, respecto a si la propuesta de valor presenta soluciones viables, soluciona algún problema real del cliente, o si el cliente estaría dispuesto a pagar por la idea abordada. Priorizará los trabajos de mayor valor o importancia, las frustraciones más extremas y las alegrías más esenciales.

La herramienta con la cual se contempla los aspectos más relevantes del segmento de los clientes, presenta el nombre de lienzo del perfil del cliente, en donde se aborda términos como:

**Trabajos:** Lo que los clientes necesitan, quieren o desean resolver en su trabajo y su vida.

**Alegrías del cliente:** Resultados y beneficios que los clientes necesitan, esperan, desean o sueñan con conseguir.

**Frustraciones del cliente:** Malos resultados, riesgos y obstáculos que los clientes quieren evitar, sobre todo porque les impiden resolver un trabajo. (Osterwalder y Pigneur 2015).



*Figura 1: Lienzo del perfil del cliente*

Fuente (Osterwalder y Pigneur, 2015)

### 7.1.2. Propuestas de valor

Según (Osterwalder y Pigneur 2015) “La propuesta de valor es el factor que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; su finalidad es solucionar un problema o satisfacer una necesidad del cliente. Las propuestas de valor son un conjunto de productos o servicios que satisfacen los requisitos de un segmento de mercado determinado”. En este sentido, la propuesta de valor constituye una serie de ventajas que una empresa ofrece a los clientes. Esto gracias a una mezcla de elementos muy específicos adecuados a las necesidades del mismo segmento de clientes establecido.

Algunas de estas propuestas logran ser innovadoras y presentar una oferta nueva, mientras que otras pueden ser parecidas a ofertas ya existentes e incluir alguna característica o atributo adicional, logrando una diferenciación entre las mismas.

(Osterwalder y Pigneur, 2015)

La herramienta con la cual se contempla los aspectos más relevantes de la propuesta de valor, presenta el nombre de lienzo de la propuesta de valor, en donde se aborda términos como:

**Creadores de alegrías:** Describen cómo los productos y servicios crean alegrías y ayudan a los clientes a conseguir los resultados y beneficios que necesitan, esperan, desean o con los que sueñan al resolver un trabajo

**Aliviadores de frustraciones:** Describen cómo los productos y servicios mitigan frustraciones del cliente eliminando o reduciendo malos resultados, riesgos y obstáculos que les impiden resolver un trabajo.

**Productos y servicios:** Artículos en los que se basa la propuesta de valor.  
(Strategyzer, 2014)

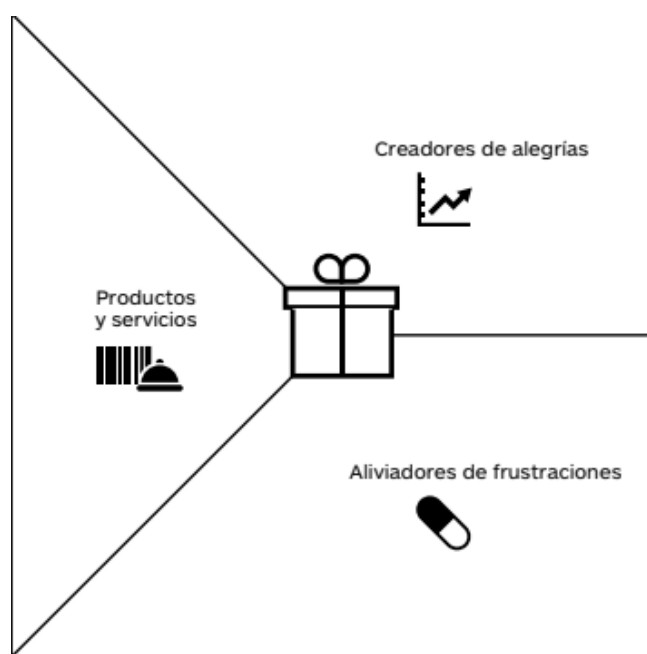


Figura 2: Lienzo de la propuesta de valor

Fuente: (Osterwalder y Pigneur, 2015)

### 7.1.3. Modelo de negocio

Según (Osterwalder y Pigneur, 2011), “un modelo de negocio establece las bases, mediante las cuales una empresa crea, proporciona y capta valor” Este, se relaciona con el medio utilizado para hacer dinero, en donde entrega valor a los clientes; efectuado desde la funcionalidad y utilidad que el producto ofertado, pueda llegar a tener. No obstante, los modelos de negocio, requieren de un elemento que vaya más allá de la oportunidad de venta, y que tome en consideración las variables de los mercados, este elemento corresponde a la estrategia de negocio. El cual se asocia a una red de organizaciones que colaboran, que explican la creación y captura de valor. (Preciado, 2011) En el caso particular del presente proyecto, la propuesta de valor asociada, gira entorno a la búsqueda y elaboración de un material alternativo al caucho convencional para neumáticos de bicicleta, siendo esta en términos ecológicos y económicos, más viable a causa de su capacidad para ser re incorporado al proceso productivo.

No obstante, la mejor forma de describir este modelo de negocio, es a través de nueve bloques básicos: Segmentos del mercado, Propuesta de valor, Canales, Relaciones con los clientes, Flujo de ingresos, Recurso clave, Asociaciones clave y estructura de costos. Siendo estos la

conformación de la herramienta Canvas (Preciado, 2011), que permitirá establecer la estructura del modelo de negocio.

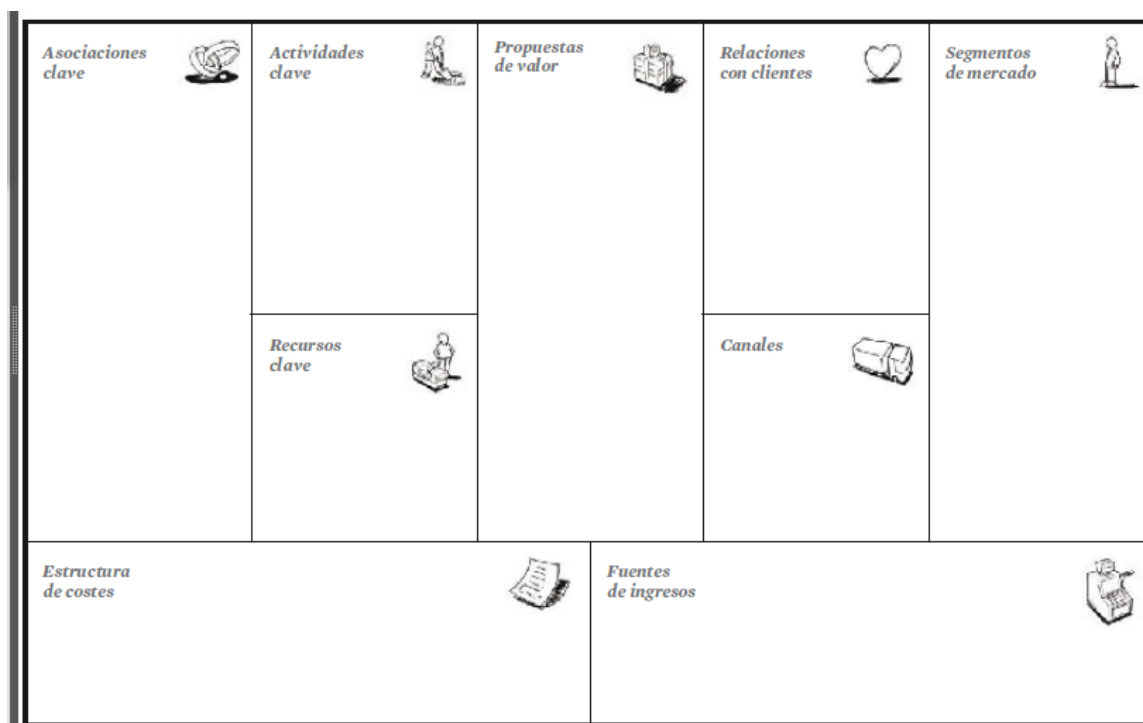


Figura 3. Lienzo de modelo canvas.

**Fuente:** (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### 7.1.3.1. Segmentos del mercado

Según (Osterwalder y Pigneur, 2011) “Este apartado define los diversos grupos de personas o entidades a los que se dirige una Empresa o modelo de negocio”. Partiendo de la premisa de que los clientes y compradores son la unidad central y sustento de cualquier empresa, denotando además, que según la identificación y diferenciación de estos, según ciertos atributos, comportamientos y necesidades. Es posible aumentar su satisfacción desde la adecuación del producto y la selección de los segmentos de clientes, a los cuales se va a dirigir. Dichos segmentos, se pueden clasificar en varios tipos, como lo es el de mercados de masas, en el cual todo el modelo de negocio gira en torno al público en general, sin hacer diferenciación. El mercado segmentado, cuya base se sustenta en identificar varios segmentos con necesidades diferentes. Adicional a estos, se encuentra, el nicho de mercado, en el cual el modelo de negocio se adapta a las necesidades y características de un grupo de clientes bastante reducido y bastante específico. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### 7.1.3.2. Propuesta de valor

Con base a las explicaciones del libro de (Osterwalder y Pigneur, 2011) este modelo se define como el conglomerado de productos y servicios que por sus características y propiedades, crean valor para un segmento de mercado en particular. Dicha propiedad, es la que define que un cliente adquiera un producto o servicio de una empresa o de otra, respecto a las ventajas o particularidades que este producto pueda llegar a presentar. Estas ventajas o particularidades se pueden clasificar de diferentes maneras, como lo son respecto a la novedad, satisfaciendo necesidades no percibidas por los clientes. En cuanto a la mejora del rendimiento, mejorando la capacidad del producto, o con la personalización, que permite adaptar un producto a unas necesidades particulares de cada cliente y de cada individuo. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### 7.1.3.3. *Canales*

Los canales de comunicación, establecen la forma mediante la cual, una empresa genera contacto con los clientes para ofertar y vender el producto, entre otras funciones como lo son ayudar a los clientes a evaluar la propuesta de valor de la empresa, u ofrecer a los clientes un servicio de atención posventa. A su vez, algunas de estas formas pueden ser: Ventas mediante plataformas digitales, tiendas propias, tiendas de socios, o equipos comerciales. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### 7.1.3.4. *Relaciones con los clientes*

“En este módulo se describen los diferentes tipos de relaciones que establece una empresa con determinados segmentos de mercado.”(Osterwalder y Pigneur, 2011) Estos tipos de relaciones, se encuentran sujetas, según ciertos fundamentos o necesidades que una empresa pueda llegar a identificar. Algunos de estos se asocian a las necesidades de captar clientes, o fidelizar clientes según el caso. Estas necesidades, pueden satisfacerse según diferentes formas de relación, como es el caso de: La asistencia personal, donde el cliente se comunica directamente con un asesor. La modalidad de autoservicio, donde la empresa no tiene comunicación directa con el cliente, pero si genera los medios necesarios para que el cliente pueda adquirir el producto y por último, la creación colectiva, que se basa en la ayuda de los mismos clientes para generar buenas referencias de los productos. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### 7.1.3.5. *Fuente de ingresos*

Esta sección, hace referencia al flujo de caja de un modelo de negocio, denotando la resta entre los ingresos y los gastos que hace alusión a los beneficios. Este, parte de la respuesta a una pregunta fundamental respecto al producto ofertado. ¿Qué valor está dispuesto a pagar el segmento de mercado? Según (Osterwalder y Pigneur, 2011) Responder correctamente esta pregunta significaría, la forma mediante la cual, la empresa creara varias fuentes de ingresos según los segmentos de mercado establecidos. Algunas de las modalidades para la obtención de ingresos, pueden ser: La venta de activos, la cual se basa en comerciar un producto que será propiedad total del cliente. La cuota por uso, cuyo valor aumenta cuanto más se utiliza un servicio y la cuota por suscripción, que se basa en el acceso interrumpido a un servicio.

#### 7.1.3.6. *Recursos clave*

Respecto a este apartado, se hace alusión a los recursos que se requieren para generar una propuesta de valor. Permitiendo a las empresas llegar a los mercados, estableciendo relaciones con los segmentos de mercado y generar ingresos. En pocas palabras “Este módulo describe los activos más importantes para que un modelo de negocio funcione” (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### 7.1.3.7. *Asociaciones claves*

Este apartado, describe los socios y las relaciones importantes mediante las cuales, una empresa puede estructurarse y funcionar correctamente. Dichas relaciones se crean según diferentes necesidades, como lo son: La optimización de procesos, la adquisición de recursos, y la reducción de riesgos. Estas alianzas pueden clasificarse en cuatro tipos.

Alianzas estratégicas entre empresas no competidoras.

**Coopetición:** Asociaciones estratégicas entre empresas competidoras.

**Joint ventures:** (Empresas conjuntas) para crear nuevos negocios

Relaciones cliente-proveedor para garantizar la fiabilidad de los suministros.



#### *7.1.3.8. Estructura de costos*

Esta parte del modelo de negocio, hace alusión a los principales costos que incurren al trabajar en el mismo. Tanto en la creación y entrega de valor, como en el mantenimiento de las relaciones con los clientes. Esto permite la identificación de costos, fáciles de calcular si se tienen definidos los recursos clave, las actividades clave y las asociaciones clave. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### *7.1.3.9. Actividades clave*

Este apartado, hace referencia a las acciones que debe desempeñar una empresa, según su producto para que el modelo de negocio funcione. Dichas acciones, al igual que los recursos clave, se vuelven necesarias, y fundamentales para generar valor en el modelo de negocio. Estas actividades pueden dividirse en tres categorías fundamentales: La primera de ellas, es la producción, donde se aborda la fabricación del producto. La segunda de ellas, es resolución de problemas, donde se profundiza en la búsqueda de soluciones a ciertos problemas individuales, que puedan tener los clientes. La tercera y última categoría, se denomina como plataforma / red, la cual se basa en todo lo relacionado con la plataforma digital de la empresa. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

#### *7.1.4. Negocios verdes*

Contempla las actividades económicas en las que se ofertan bienes o servicios, que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la república de Colombia, 2014)

Dicho concepto, ha venido tomando cada vez más relevancia como consecuencia del surgimiento de programas internacionales según (Collazos, 2015) “Es un hecho bien establecido que la innovación es esencial para un camino de crecimiento sostenible a largo plazo para cualquier país. También se ha aceptado ampliamente que la escasez de recursos, los problemas ambientales y climáticos deben abordarse a nivel gubernamental, de consumo y comercial si queremos mantener nuestros estándares de vida y crear un crecimiento a largo plazo”.

Los negocios verdes tienen una clasificación. De acuerdo con el plan nacional de negocios verdes para Colombia se clasifican así:

##### *7.1.4.1 Mercados verdes*

###### *7.1.4.1.1. Mecanismo de desarrollo limpio*

Busca la reducción y captura de los gases de efecto invernadero. Involucra a países sin compromisos de reducción, permitiendo a los países comprometidos, la compra de reducción de emisiones por proyectos que se realicen en países en desarrollo.

###### *7.1.4.1.2. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad*

Cubre toda la gama de productos que se obtienen mediante la adecuada utilización de los recursos. Son: Productos naturales no maderables (aceites esenciales y oleorresinas, gomas y resinas, colorantes, pigmentos y tintes naturales, hierbas y especias, plantas medicinales, flores nativas poco comunes, frutos nativos poco comunes, fauna), agricultura ecológica, biotecnología, productos naturales maderables.

#### *7.1.4.1.3. Eco productos industriales*

Son aquellos bienes que en su proceso de producción resultan ser menos contaminantes al medio o generan beneficios al medio ambiente: productos manufacturados menos contaminantes, tecnologías limpias y equipos de mitigación de impactos, energías limpias, aprovechamiento de residuos y reciclaje. (Cabe resaltar que el presente proyecto corresponde a esta categoría)

#### *7.1.4.1.4. Servicios ambientales*

Son los beneficios que la naturaleza proporciona al entorno para su equilibrio como el balance de acuíferos, la capa de ozono, la caza recreativa, parques naturales y atractivos paisajísticos. Estos se dividen en: servicios proveídos por el ambiente, como el turismo ecológico; y los servicios proveídos por el hombre para el ambiente, como educación ambiental, gestión integral de residuos sólidos, proyectos de infraestructura para el tratamiento de vertimientos y emisiones, consultoría ambiental, entre otros. Banco de la República. (2015)

#### *7.1.5. Eco innovación*

El comercio y la industria a nivel mundial reconocen la importancia de la sostenibilidad para cambiar los modelos de consumo y producción, que rigen el paradigma económico actual. Sin embargo, el enfoque de mejoras graduales ha demostrado ser insuficiente para enfrentar las presiones ecológicas y sociales ocasionadas por factores tales como la disminución de los recursos y el cambio climático. Por tal motivo, se establece que solamente las empresas que busquen más allá de sus márgenes establecidos para evaluación de riesgos y oportunidades de sostenibilidad en toda su cadena de valor, y que cooperen en dicha búsqueda con socios clave, serán capaces de reconocer el potencial de transformación para hacer frente a estas crecientes presiones externas. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014)

Varios ejecutivos de empresas líderes ya han identificado la necesidad de generar cambios en sus estrategias de negocio y consideran que el enfoque correcto es un cambio radical. Dicho cambio se encuentra definido desde el concepto de eco innovación, entendido como una forma de innovación que genere un avance importante hacia el desarrollo sostenible, mediante la reducción de los efectos de nuestros modos de producción en el ambiente, y el aumento de la resistencia de la naturaleza a las presiones ecológicas por medio de un aprovechamiento más eficiente y responsable de los recursos naturales. (Comisión Europea, 2020)

La eco-innovación pretende implementar la sostenibilidad en la toma de decisiones importantes de una empresa, a través de todas las dimensiones de negocio, lo que permite la creación de nuevas soluciones para satisfacer las necesidades del mercado. Las investigaciones muestran que las empresas eco innovadoras están creciendo, en promedio, a una tasa del 15% al año, en un momento en que sus respectivos mercados han permanecido estables. Así mismo, al ser contribuyentes de hasta un 70% del PIB y dos tercios del empleo formal en las economías emergentes y en desarrollo, constituyen potencialmente un factor clave para el desarrollo de una economía eficiente en el uso de los recursos. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014)

#### *7.1.6 Economía circular*

La economía circular se encuentra definida según (Ellen MacArthur Foundation, 2014) “Sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua

y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible.”

Dicho modelo, sigue el esquema de las entradas y salidas del esquema de transformación, generando eficiencias en ambos sentidos. El beneficio económico proviene de la optimización en la entrada, menor uso, y en la salida, menor disposición del proceso de transformación. Además, al reutilizar materiales, se generan beneficios económicos al obtener valor agregado en varias oportunidades de un mismo recurso, e incluyen la apertura de nuevos mercados con requerimientos ambientales y sociales.

La economía circular genera además un gran potencial para el emprendimiento verde y el desarrollo de la producción limpia, debido a que es un modelo que promueve la reutilización y el reciclado de todos los componentes y que utiliza el principio de prevención para eliminar materiales peligrosos que impiden procesos. La transición hacia una economía circular generará grandes oportunidades para empresas innovadoras y otorgará una ventaja competitiva nada desdeñable a quienes sean capaces de anticiparse a la demanda en los mercados europeo y global de servicios de ingeniería y ecología industrial. (Universidad Verde, 2016)



Figura 4: Beneficios de la economía circular  
Fuente: (Ministerio de Ambiente 2019)

### 7.1.7. Pensamiento de ciclo de vida

La aplicabilidad de la eco innovación como pilar fundamental para la sostenibilidad a nivel empresarial y comercial, requiere de una perspectiva holística y completa, que ayude a la percepción de los procesos y sus resultados. Dicha perspectiva corresponde al pensamiento de ciclo de vida, definido como un enfoque principalmente cualitativo que permite entender cómo las decisiones influyen, en lo que respecta a cada una de las etapas que conforman la existencia de un producto, desde sus actividades industriales, la adquisición de materias primas, su fabricación, distribución, uso y eliminación de productos. (Comisión Europea, 2020)

En los últimos años, se ha venido desarrollando el enfoque sistémico para el análisis de los impactos ambientales, asociados a procesos y productos. Los procesos industriales no sólo generan residuos, también consumen recursos naturales, requieren infraestructura de transporte, utilizan insumos químicos, agua, energía, y generan productos que deben ser transportados, consumidos, o en algunos casos, reutilizados antes de su eliminación final.

En cada una de estas instancias se generan impactos ambientales, que se deben tomar en consideración cuando se desea evaluar el efecto de un proceso sobre el ecosistema. El análisis del ciclo de vida consiste en evaluar cada uno de los efectos ambientales generados a lo largo de la vida del producto, desde las fuentes de recursos primarios, hasta el consumo y disposición al final de su vida útil. Esto permite identificar los impactos sobre las diferentes esferas ambientales más allá de los límites de la producción empresarial. (Universidad Politecnica de Cataluña, 2015) A continuación, se expone un total de 10 trabajos de investigación, cuyos esfuerzos asociados a ensayos de dureza, compresión, elasticidad, procesos de producción y materiales alternativos para la fabricación de llantas, contribuyeron a la estructuración de una posible nueva alternativa sostenible en la elaboración de neumáticos, y por ende en la labor investigativa del presente proyecto. Dichos artículos y documentos de investigación, corresponden a referentes académicos internacionales desde el año 2003 hasta el año 2016, haciendo alusión a varios diseños alternativos, que buscan sustituir ciertas materias primas implementadas, en el proceso de fabricación del neumático, lo que las hace menos perjudiciales ambientalmente.

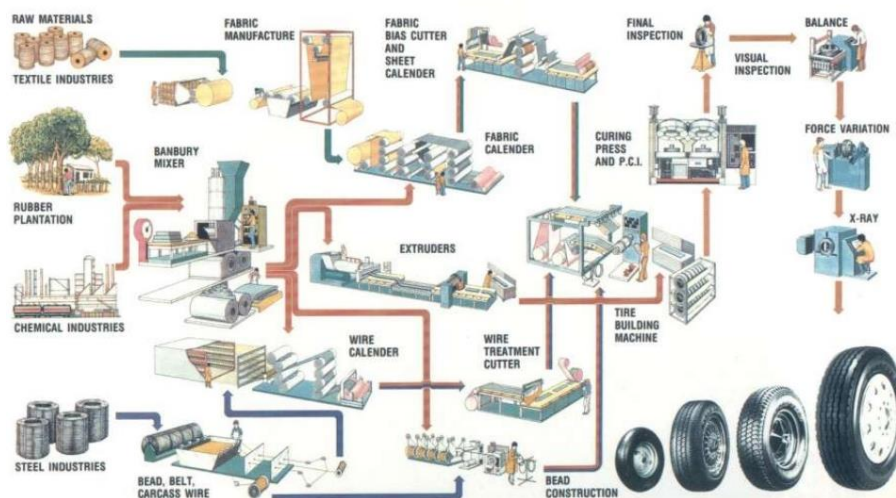


Figura 5: Proceso de fabricación de un neumático

Fuente: (Nahar 2013)

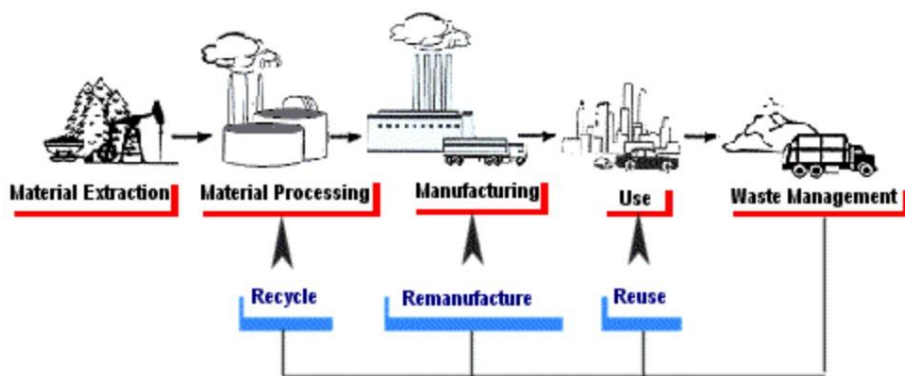


Figura 6: Ciclo de vida de un neumático  
Fuente: (Nahar 2013)

## 7.2. Antecedentes.

**Tabla 1. Recopilación de investigaciones relacionadas con materiales alternativos para la fabricación de neumáticos.**

| N° | Año  | Título  | Resultados   | Cita           |
|----|------|---|--|----------------|
| 1  | 2003 | Estructura de refuerzo de talón para neumáticos radiales de camión  | El presente producto, hace referencia a una aleta de nailon incorporada en cada región del talón de un neumático de camión. La aleta absorbe las tensiones de cizallamiento diferencial que surgen entre cada extremo del neumático y el cordón de metal rígido del rin durante el trabajo pesado. Este parche de nailon se superpone al extremo respectivo del módulo de cizallamiento, lo que distribuye y absorbe los esfuerzos, de manera que reducen la tendencia de los extremos doblados en los neumáticos de camión. | (Spriet, 2003) |
| 2  | 2004 | Caracterización del material de los cables de los neumáticos y los efectos de las propiedades termo-mecánicas en estos. | El estudio se centró en caracterizar las propiedades de los materiales de los cordones usados en los neumáticos, mediante el análisis de elementos finitos (FEA). Varios materiales de cordones neumáticos, incluidos el nailon y el poliéster, se caracterizaron mediante la obtención de una serie de propiedades termo mecánicas en el laboratorio con pruebas de tracción, medición de contracción térmica y pruebas de fluencia. Antes de obtener estas mediciones de laboratorio, los cables de este                   | (Chen, 2004)   |

|   |      |   |  |                  |
|---|------|---|--|------------------|
|   |      |   | <p>estudio se sometieron a pretratamientos termo mecánico para simular los efectos del curado y las condiciones de funcionamiento de los neumáticos. Las predicciones de las dimensiones y la forma del neumático, la presión y las cargas del cordón se obtuvieron del modelo FEA y se compararon con los valores medidos del neumático experimental. Se observó una buena concordancia entre los valores medidos y los predichos del análisis de elementos finitos; por lo tanto, los futuros estudios de FEA de neumáticos deberían utilizar las técnicas desarrolladas en este estudio para caracterizar los materiales de los cordones de los neumáticos.</p>   |                  |
| 3 | 2004 | Compuesto para neumáticos sin cámara y un sistema y método para reequipar neumáticos sin cámara | <p>El producto proporciona un compuesto, un sistema y un método para adaptar y convertir llantas y neumáticos de bicicleta estándar a neumático sin cámara de aire. Los neumáticos con cámara estándar se adaptan instalando un fondo de llanta o un fondo de llanta con vástago de válvula integral alrededor del canal interior de la llanta, montando el primer talón del neumático, inyectando un compuesto sellante líquido en la cavidad del neumático. El compuesto sellante puede contener adicionalmente propilenglicol o un material agregado para favorecer el sellado de los neumáticos cuando se producen pinchazos. Cabe resaltar que el neumático inyectado, requiere de una capa de cinta reforzada con nailon que se extiende a lo largo de su circunferencia exterior.</p> | (Koziatek, 2004) |
| 4 | 2008 | Neumáticos fabricados a partir de algas marinas   | <p>Los resultados obtenidos han sido protegidos mediante la patente italiana "Pirelli", concedida en mayo del año 2006. Se trata de un proceso novedoso, puesto que no hay constancia del uso de algas</p>   |                  |

|   |      |   |  |                  |
|---|------|---|--|------------------|
|   |      |   | verdes Ulva, en la composición de los neumáticos, cabe resaltar que la sustitución de la sílice amorfa, componente en el proceso de fabricación de caucho para neumáticos por algas verdes, supondría un ahorro del 10%, aparte de los beneficios ambientales y de sostenibilidad que supondría valorar tales algas verdes.  | (Carrasco, 2008) |
| 5 | 2009 | Neumáticos fabricados a partir de un aditivo de aceite de naranja | El nuevo compuesto se usa en un 80% material no derivado del petróleo, principalmente el aceite de naranja que es usado como materia prima para hacer caucho vulcanizado. Extraído directamente de las cáscaras de esta fruta que la industria desecha y con las que se ahorraría hasta el 10% del petróleo empleado en la producción de sus ruedas. La implementación de aceite de naranja mejora el desempeño de los neumáticos para vehículos. También, aumenta la eficiencia en el consumo de combustible gracias a que produce menor resistencia en el rodamiento.  | (Palleiro, 2009) |
| 6 | 2014 | Neumáticos fabricados a partir del látex de Diente de León Ruso   | En el departamento de Investigación y Desarrollo de Continental, se realiza mediante pruebas de laboratorio, nuevos compuestos de caucho y mezclas. Dichas muestras, se basan, en más de 1,500 materiales diferentes dentro de los que se encuentran: caucho sintético, caucho transparente, caucho natural y caucho oscuro, además de todas las demás materias primas que se pueden necesitar: azufre, negro de humo, varios tipos de cera y sílice. Fue bajo esta misma investigación, donde se mezcló el primer compuesto de caucho basado en látex de diente de león. En conjunto con el Instituto Fraunhofer, después de un intenso trabajo de investigación, Continental logró cultivar un tipo de diente de león que produce grandes cantidades de látex en el que se basa el caucho natural. | (Waldner, 2014)  |

|   |      |   |   |                |
|---|------|---|---|----------------|
| 7 | 2014 | Patente de llanta de bicicleta antipinchazos elaborada con espuma de resina sintética.                                | El producto hace referencia a un neumático de bicicleta formado en su totalidad por espuma de resina sintética, el cual se adhiere al rin en uso. Este posee como característica principal una unidad de acoplamiento del rin al neumático de bicicleta, formado con una pluralidad de orificios en intervalos predeterminados; y tapones de material sintético. Los materiales de resina se fijan en los orificios de acoplamiento, detenidos por protuberancias de sujeción anulares cuando el neumático está montado en la llanta de bicicleta, de tal manera que la llanta quede incorporada.   | (LEE, 2014)    |
| 8 | 2015 | Compuestos de la banda de rodadura de relleno de ceniza de cáscara de arroz para mejorar neumático (Cáscara de Arroz) | En la industria de los neumáticos, el negro de carbón se utiliza como relleno para la rodadura. Sin embargo, está siendo reemplazado por sílice en el marco de la creación de "neumáticos verdes". La sílice amorfa en combinación con otros agentes, ha contribuido a generar un ahorro de combustible del 3% al 4% en comparación con un neumático que tiene bandas de rodadura convencionales hechas con negro de carbón. Esto significa una reducción del 20% a la resistencia de la rodadura y en consecuencia, menor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, el arroz es uno de los cultivos alimenticios más importantes que genera alrededor del 22% del peso de la cáscara durante su molienda, un material que se utiliza principalmente como combustible para la generación de energía, lo que resulta en cenizas. La ceniza de cascarilla de arroz (CCA) contiene más del 70% de sílice en forma amorfa. Sin embargo, se verificó, con base en los datos obtenidos, que la cascarilla de arroz, actuó como relleno no reforzado y no debe considerarse como un sustituto de la sílice en una formulación de la | (Romero, 2015) |



|           |      |  |   |  |
|-----------|------|--|---|--|
|           |      |  | banda de rodadura, incluso con buenas indicaciones de reducción de la resistencia a la rodadura.  |  |
| <b>9</b>  | 2015 | Nuevas cubiertas de neumáticos sin aire (La rueda del futuro)  | Esta rueda, como su nombre lo indica no aloja aire comprimido para brindar soporte estructural, se trata de una rueda compuesta por tres partes fundamentales, una parte interior realizada en aluminio, una banda de rodadura exterior a base de caucho y como novedad una especie de radios internos realizados en resina termoplástica. Por lo tanto, dispone de una única estructura de radios a lo largo de los lados interiores que soportan el peso del vehículo. Esta estructura interna basada en radios permite un comportamiento exactamente igual al de los neumáticos convencionales, por lo que ofrece un nivel de maniobrabilidad y estabilidad similar a la de los neumáticos tradicionales | (Centro Zaragoza Instituto de investigación sobre vehículos S.A, 2015) |
| <b>10</b> | 2016 | Estudio sobre la viabilidad de la elaboración de ruedas reciclables para vehículos eléctricos renaul twizy | El documento aborda un estudio de viabilidad del concepto de 'rueda reciclable' para vehículos denominados como cuadriciclo pesado Renault Twizy. Para tal fin, se realizó un diseño conceptual de llanta y neumático tal, que permita su fabricación en materiales termoplásticos para su reciclaje de la forma más efectiva posible, al final de su vida útil. Por tanto, se realiza un modelo virtual 3D respetando las medidas y proporciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento y el cumplimiento de toda la normativa aplicable. Dicho estudio, permitió crear, un conjunto de llanta y neumático reciclable que puede ser producido.  | (RIUTORT 2016)   |

Con base a los presentes artículos seleccionados, fue posible reconocer parámetros experimentales para la formulación de una posible alternativa de material. Así mismo, se reconocen las diferentes limitaciones a nivel experimental, como lo es la carencia de equipos y maquinarias industriales, lo que deberá llevar a otro planteamiento de fabricación, que deberá realizarse con mayor facilidad y con las herramientas que se tengan a disposición, además de contemplarse durante la etapa concerniente a la selección del material.

A continuación, en la parte correspondiente al marco conceptual, serán enunciados ciertas definiciones asociadas a materiales, además del caucho convencional, que pueden ser contemplados como opción para la sustitución en la materia prima, para la fabricación de neumáticos. Esto debido a ciertas características técnicas, que los asocian a su fabricación de forma alternativa. Así mismo, se enunciaron dos conceptos clave, que se asocian al modelo de negocio.

### **7.3. Marco conceptual**

#### **7.3.1. Caucho natural (*Hevea brasiliensis*)**

También llamado en otros países como hule, siringa o seringueira, es una planta originaria de la región amazónica (América Tropical) perteneciente a la familia Euphorbiaceae y productora de caucho natural por excelencia. Esta planta nativa de la cuenca amazónica fue llevada al Lejano Oriente a mitad del siglo XIX donde se desarrolló y cultivó industrialmente con excelentes rendimientos, aunque se puede encontrar de manera silvestre en países de Suramérica como Colombia, Perú, Bolivia, Brasil, Venezuela y Guyana los cuales, continúan siendo dependientes de las importaciones de esta materia prima industrial. La especie *Hevea brasiliensis*, es la principal fuente de caucho natural del mundo. A su vez, este producto es considerado materia prima estratégica para el progreso de la humanidad y su consumo se ha asociado con el estilo y la calidad de vida de las poblaciones. El caucho ha tomado un nivel de relevancia tan alta que para el año 2015, la producción a nivel mundial fue de 12 millones de toneladas, y su consumo fue superior a esta cifra.

Por su parte, la industria de los neumáticos concentra alrededor del 60% de su producción anual, debido a su capacidad de recuperar su forma después de ser sometido a esfuerzos. Así mismo, se requiere de caucho sintético elaborado a partir de hidrocarburos. (CASTRO, 2008)

#### **7.3.2. Termoplásticos**

El termoplástico es un plástico que se ablandan al calentarse y se endurece cuando se enfría. Los termoplásticos están formados por cadenas moleculares lineales y pueden moldearse por flujo mediante moldeo o extrusión sin necesidad de ningún procesamiento químico antes de este proceso. La propiedad física más útil de un termoplástico es su temperatura de transición vítrea a la que comienza a ablandarse. Las temperaturas de transición vítrea de diferentes termoplásticos. Hay tres tipos de termoplásticos cristalinos, amorfos y semi cristalinos. (Amin, 2011). Estos a su vez se pueden dividir en dos grandes grupos:

Termoplásticos comerciales: (Poliiolefinas, Estirenos, Vinílicos, Acrílicos, Celulósicos), Siendo materiales ligeros resistentes a la corrosión, de baja resistencia y rigidez. No son adecuados para uso a temperaturas altas. Sin embargo, son relativamente económicos a comparación de los demás y son fácilmente moldeables.

Termoplásticos de ingeniería (Fluoroplásticos, Poliamidas (nylon), Poliamida-imida, Poliacrilatos, Policarbonatos, Poliésteres termoplásticos, Polieterimida, Policetonas, Poli(óxido de fenileno), Poli(sulfuro de fenileno), Polímeros de sulfona). Estos están diseñados para dar una mejor resistencia o un mejor rendimiento, respecto a temperaturas elevadas. Sin mencionar que se producen en cantidades relativamente pequeñas y son costosos. Algunos de los polímeros ingenieriles pueden funcionar a temperaturas tan altas como 350 °C; otros, usualmente en forma de fibra, tienen resistencias superiores a las del acero. (UNPSJB, 2017)

### 7.3.3. *Guayule*

Se trata de un arbusto leñoso ramificado que posee hojas de color gris plateado. Las flores, apenas visibles, son amarillas y pequeñas. Las plantas espontáneas de varios años alcanzan unos 60 cm de altura aproximadamente.

Este arbusto es originario de las regiones semiáridas de México y los Estados Unidos, extendiéndose desde la porción norte-central de California, cruzando la sección austral de Arizona, Nuevo México y Texas, hasta el Golfo de México. La especie se ha introducido como cultivo en países como: Rusia, España, Argentina y Turquía. Soporta un amplio rango de temperaturas que oscilan de 46 °C a - 9.5 °C. Crece en los cerros, en las laderas con pendientes suaves y al pie de las colinas, en suelos bien drenados. Son plantas perennes y resistentes, acostumbradas a terrenos infértiles, no precisan mayores cuidados y pueden vivir de 30 a 40 años. Tienen, asimismo, considerable capacidad para resistir largas y continuas sequías.

Se le usa como fuente alternativa de látex hipoalergénico, en contra de la usual goma de caucho de *Hevea brasiliensis*. Todas las partes de la planta, a excepción de las hojas, contienen cierta cantidad de caucho. En las plantas silvestres este suele representar el 7% del peso de la planta seca en su madurez, mientras que en las seleccionadas para cultivos, el contenido en caucho alcanza un 22%. La cantidad máxima se obtiene cosechándolas cuando tienen una edad entre cuatro y diez años. Esta duración, depende de la favorabilidad de las condiciones del cultivo. (Francisco Rodríguez, 2011)

Así mismo, se contempla la posibilidad de establecer un eco material como opción de sustitución debido a sus enormes usos en otras áreas. Está definido de la siguiente manera.

### 7.3.4. *Eco material*

Eco material: “El uso de los Eco materiales se sitúa en prácticas milenarias de construcción, empleadas desde 4.000 años AC, en China. Según reportes históricos, los chinos utilizaban cenizas de cáscara de arroz para mezclarla con arcilla para la fabricación de cemento. Más recientemente, en esta última década, se ha acuñado el término de Eco-Materiales para denominar materiales que son utilizables en forma económica y con un mínimo daño ambiental. El término es asociado a materiales de bajo costo, naturales, de bajo consumo energético, y generalmente se aplica a materiales de construcción. Sin embargo, hoy en día el término ha sido ampliado en su concepto y remite a la Producción más Limpia.” (Olivares, 2003). Estos desempeñan un papel de suma importancia en la ciencia y la tecnología de los materiales para minimizar los impactos ambientales, mejorar la reciclabilidad de los materiales y aumentar la eficiencia energética de los mismos (Halada and Yamamoto 2001). Contribuyendo a la reducción de la carga ambiental a lo largo de sus ciclos de vida.

### 7.3.5. *PMV producto mínimo viable*

“El producto mínimo viable se define como la versión de un nuevo producto, que permite a un equipo recolectar la cantidad máxima de aprendizaje validado sobre los clientes con el menor esfuerzo” Lo que conlleva a maximizar los conocimientos asociados a un producto con base al potencial que puede llegar a tener en el mercado, si se lanza a un grupo reducido de clientes potenciales sin requerir de una alta cantidad de tiempo y esfuerzo, como la necesaria en el lanzamiento de un producto en condiciones normales. (Gonzalez, 2019)

Este tipo de producto, permite establecer la aprobación y opinión del producto concebido desde el modelo de negocio planteado, según lo descrito por. (Erick Rise, 2011) que define al producto

mínimo viable como aquella versión del producto que permite dar una vuelta entera al circuito de Crear-Medir-Aprender con un mínimo esfuerzo y el mínimo tiempo de desarrollo.”

### 7.3.6. Impresión 3D

Las ingenierías de fabricación fueron las primeras técnicas en interesarse por este tipo de tecnologías, las impresoras 3D y en cómo estas podían fabricar objetos a partir de piezas (de plástico) conectadas unas con otras sin necesidad de ensamblajes.

Las impresoras de adición disponen de una boquilla a través de la cual hacen pasar una materia prima que puede ser un líquido, una pasta o un polvo para pulverizarlo o rociarlo por capas conformando el objeto a imprimir. El trabajo será más preciso cuanto más lo sean las instrucciones que recibe la impresora sobre cómo y dónde localizar el material. Esto se logra mediante la presencia de un software especializado para cada tipo de impresora que actualmente reside en el mercado. Es importante mencionar que las impresoras tridimensionales que emplean materiales plásticos por excelencia son las que utilizan la técnica FDM (modelado por deposición fundida) utilizando el plástico sólido en forma de bobina enrollada que va siendo poco a poco introducido en un agujero para calentarse antes de salir por el cabezal extrusor de la impresora 3D que va dibujando capa a capa el modelo requerido. (Gil, 2015).

Sin embargo, algunos investigadores han comenzado a utilizar otras metodologías que permiten observar una tendencia hacia un posible empleo de material reciclado. Según (Gil, 2015) “Las bolitas de plástico podrían triturarse y ser fundidas e ir dibujando el desarrollo del modelo tridimensional según sale el material del cabezal. También podrían mezclarse bolitas de distintos colores que fuesen complejizando el resultado final”. (Gil 2015)

### 7.3.7. La bicicleta

La bicicleta es un vehículo de transporte generalmente para una sola persona, cuyos componentes básicos son dos ruedas generalmente de igual diámetro y dispuestas en línea recta, un sistema de transmisión con respecto a unos pedales, un cuadro hecho de metal que le da la estructura e integra los componentes, un manillar o manubrio para controlar la dirección y un sillín para sentarse. El diseño y configuración básica de la estructura de la bicicleta ha cambiado realmente poco, desde el primer modelo de transmisión de cadena desarrollado alrededor de 1885 hasta la actualidad. Los sistemas o componentes que conforman la estructura de una bicicleta, se encuentran agrupados de la siguiente manera:

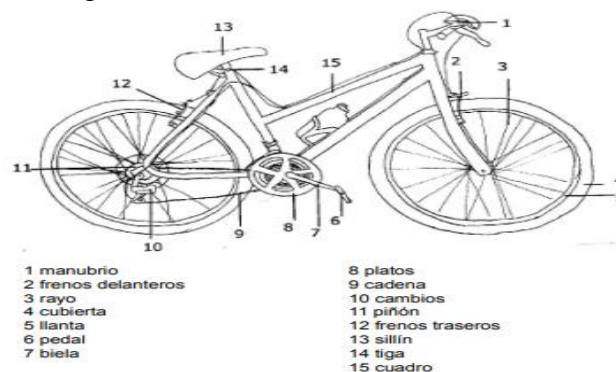


Figura 7: Partes de una bicicleta

**Fuente:** (Casiopea, 2020)

#### *7.3.7.1 Sistema Motriz*

Es el conjunto de elementos de tracción de la bicicleta. Éste se compone por la cadena, los piñones, los platos, las bielas, los ejes y los pedales. La cadena cumple la función de transmitir la fuerza proveniente del empuje de los pedales hacia el eje de la rueda trasera.

#### *7.3.7.2 Cambios y frenos*

Los cambios, modifican el tipo de fuerza y la frecuencia del pedaleo. Los frenos se encuentran ubicados en el manubrio, siendo el freno trasero el que se usa con mucha mayor frecuencia. Algunas bicicletas con piñón fijo no tienen frenos en el manubrio, sino que se frena a contra pedal; es decir, haciendo fuerza en los pedales en el sentido contrario del que se utilizan los pedales para avanzar.

#### *7.3.7.3 Marco y horquilla*

El marco, cuadro o chasis es la estructura que sustenta, aporta rigidez y une los sistemas que conforman a la bicicleta. Este se compone de tubos y vigas unidas unas con otras. En lo que respecta a la bicicleta, la forma más usual es el triángulo aunque las hay de lo más variadas. La horquilla es la pieza de la dirección que sostiene la rueda delantera. Las horquillas pueden ser fijas o con suspensión.

#### *7.3.7.4 Sistema de rodado*

Las ruedas tienen una cubierta de caucho que lleva una cámara del mismo material en su interior, una llanta (aro de metal en el que se encastra la cubierta), un buje central (que es el que sostiene la rueda al cuadro) y los radios o rayos que conectan este último a la llanta. Usualmente, el número de rayos es 36. Sin embargo, las bicicletas más ligeras, se construyen con menos rayos y las que deben soportar un peso mayor al normal, utilizan mayor cantidad de rayos. Los radios pueden ser colocados de dos maneras: tangencial o radialmente, según el criterio del fabricante. Dando continuidad a la teoría referente al sistema de rodado de la bicicleta, se establecen los componentes estructurales de la rueda.

#### *7.3.7.4.1 Partes de la rueda de una bicicleta*

##### *7.3.7.4.1.1 Buje*

El Bujete corresponde a la parte central de la rueda de bicicleta. Este, se compone de un eje, unas estructuras llamadas rulemanes y un cubo. Este cubo, típicamente posee 2 pestañas metálicas a las que se enlazan los radios. Los bujes pueden ser de una sola pieza con cartucho de prensa o cojinetes libres o, en el caso de diseños más antiguos, las pestañas pueden ser colocadas por separado en su centro.

##### *7.3.7.4.1.2 Rin*

Las llantas metálicas de bicicletas son hechas normalmente de aleación de aluminio, aunque hasta la década de 1980 la mayoría de los rines de bicicleta a excepción de los usados en las bicicletas de carreras, se encontraban hechos de acero y termoplástico. Sobre el rin, es que se asienta el neumático.

##### *7.3.7.4.1.3 Radios*

Un radio o rayo de una rueda es cada una de las barras que une rígidamente la zona central con la perimetral. El centro conecta con un eje.

#### 7.3.7.4.1.4 Neumático

Un neumático, también denominado cubierta en algunas regiones, es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquinas. Su función principal, es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la maniobrabilidad.

#### 7.3.7.4.1.5 Cámara de aire para el neumático

Los neumáticos vienen con cámara y sin cámara de aire. Los que no tienen cámara, presentan un caucho especial en la parte interna, denominada forro (liner), que retiene el aire. Estos deben montarse en llantas apropiadas, haciendo uso de válvulas especiales.

En referencia al neumático, es posible denotarlo desde el siguiente proceso de fabricación.

##### 7.3.7.4.1.5.1 Proceso de fabricación del neumático de bicicleta

En el proceso de fabricación de cámaras de aire o tubos internos de carros o bicicletas, la primera operación es poner el caucho a masticar, agregándole los ingredientes de una fórmula específica que lo hará más estable y homogeneizado.

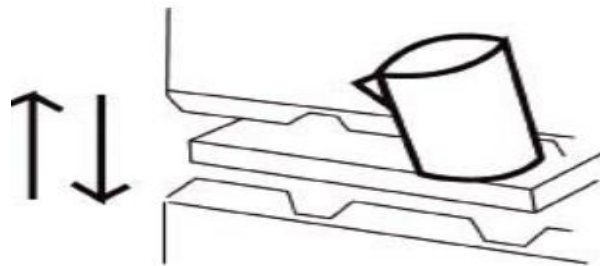


Figura 8: Homogeneizado y masticado

**Fuente:** (Casiopea, 2020)

Luego se le obliga a pasar a través de una máquina de EXTRICCIÓN. Esta maquinaria parecida a la de hacer salchichas, consiste en un rodillo que gira en el hueco de un cilindro, obligando al caucho a pasar por un troquel, lo que le da forma de tubo.

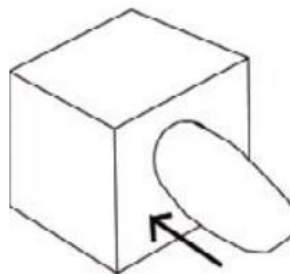
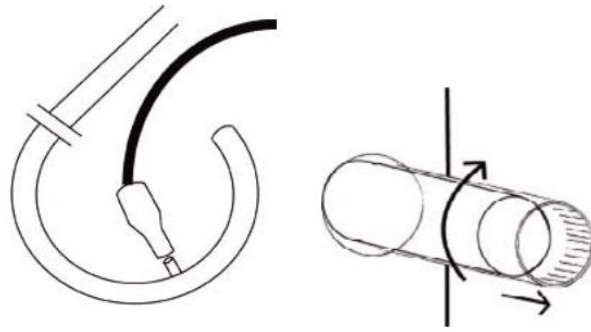


Figura 9: Proceso de extricción

**Fuente:** (Casiopea, 2020)

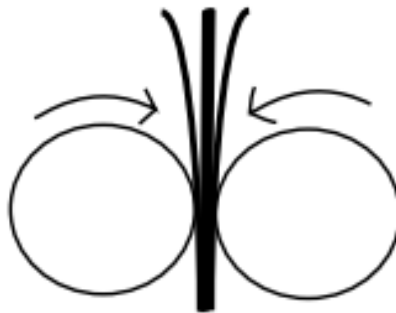
Este tubo se corta en la longitud apropiada, se empalman los extremos formando un anillo, se infla y se vulcaniza con vapor de caldera.



*Figura 10: Proceso de empalme y vulcanización*

**Fuente:** (Casiopea, 2020)

Luego de una primera unión con nylon, en otro rodillo, se le adicionan hilos de kevlar a los costados, donde el neumático se une a la cámara de aire. Y unen el material con dos revestimientos de caucho, dimensionando el producto al tamaño que debe tomar la rueda.



*Figura 11: Uniones del neumático y la cámara de aire*

**Fuente:** (Casiopea, 2020)

Este proceso hace que todas las capas del material se unan de manera definitiva, además de darle la forma y el relieve a la cara posterior del neumático, mediante un patrón en el círculo del soporte.



*Figura 12: Uniones del neumático y la cámara de aire*

**Fuente:** (Casiopea, 2020)

Este proceso hace que todas las capas del material se unan de forma definitiva, además de darle la forma y el relieve a la cara posterior del neumático, mediante un patrón en el círculo del

soporte. Finalmente, el forro se saca de la máquina y se le aplica un choque térmico de enfriamiento, poniendo el neumático definitivo, en agua fría.

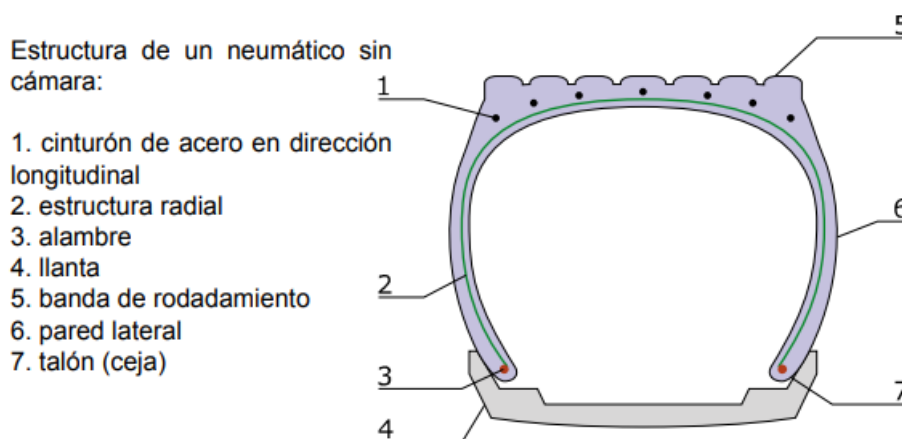


Figura 13: Estructura de un neumático sin cámara

Fuente: (Casiopea, 2020)




#### 7.4. Marco Institucional



Tabla 2. Desarrollo del marco institucional.

| Institución  | Descripción   | Rol en el proyecto   |
|--|---|--|
| <p><b>Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana (DAASU)</b> del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p> <p>Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana</p> | <p>Le corresponde a la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana proponer las Políticas, coordinar las estrategias y definir las bases técnicas para los procesos de regulación en materia de prevención y control del deterioro ambiental; promover el fortalecimiento de la gestión ambiental de los sectores productivos y de las áreas urbanas del país y garantizar la inserción de las variables ambientales en los procesos de toma de decisiones de las esferas del ejercicio público y privado. (Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana (DAASU), 2020)</p> | <p>Al ser la entidad encargada del fortalecimiento de la gestión ambiental en el país, tendrá competencia desde la definición de estrategias de economía circular, tema inherente al desarrollo del presente proyecto.</p> |
| <p><b>Oficina de negocios verdes (Ministerio de ambiente)</b></p>  | <p>La oficina de negocios verdes del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, lidera una estrategia para el fortalecimiento y la promoción de negocios</p>   | <p>La oficina de negocios verdes del ministerio de ambiente, genera las condiciones para el surgimiento de alternativas de negocio basados en la producción sostenible en el</p>   |



|   |   |  |
|---|---|--|
|                                        | <p>verdes, con la idea de que estos negocios sean una opción rentable para el crecimiento del país. (Ministerio de Ambiente, 2020)</p>  | <p>país, lo que generaría beneficios para el presente proyecto.</p>  |
| <p><b>Instituto SINCHI</b></p>         | <p>Entidad de investigación científica y tecnológica de alto nivel, comprometida con la generación de conocimiento, la innovación y transferencia tecnológica y la difusión de información sobre la realidad biológica, social y ecológica de la Jurisdicción, satisfaciendo oportunamente las necesidades y expectativas de las comunidades de la región. (Instituto SINCHI, 2020)</p> | <p>Al ser la entidad encargada de la generación de conocimiento científico con base al ámbito ecológico en el país, proporcionara información referente al material convencional usado en la fabricación de neumáticos, correspondiente al caucho natural.</p> |
| <p><b>Universidad el Bosque</b></p>  | <p>Universidad de formación, multidisciplinaria, con un foco que articula su desarrollo en la Salud y Calidad de Vida. Insertada en el entorno global, comprometida con las necesidades y oportunidades locales, regionales y nacionales (Universidad El Bosque (UEB), 2019)</p>  | <p>Proveedora de espacios de investigación, y un grupo selecto de docentes, los cuales brindan asesoría respecto al proyecto realizado y al desarrollo de la monografía propuesta.</p>   |
| <p><b>Maxxis</b></p>                 | <p>Compañía con más de 50 años de existencia dedicada a la fabricación de neumáticos para todo tipo de automóviles, motocicletas y bicicletas (Maxxis, 2020)</p>  | <p>Compañía referente en la fabricación de neumáticos de bicicleta y en el diseño de neumáticos para bicicletas de montaña.</p>  |
| <p><b>ANDI Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.</b></p>  | <p>Es una agremiación sin ánimo de lucro, que tiene como objetivo difundir y propiciar los principios políticos, económicos y sociales de un sano sistema de libre</p>  | <p>Al ser una asociación de empresarios, será una entidad que regulará la futura actividad de la empresa y todo lo asociado al modelo de negocio.</p>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|                             | <p>empresa. Fue fundada el 11 de septiembre de 1944 en Medellín y, desde entonces, es el gremio empresarial más importante de Colombia. Está integrado por un porcentaje significativo de empresas pertenecientes a sectores como el industrial, financiero, agroindustrial, de alimentos, comercial y de servicios.(ANDI, 2020)</p>   |  |
| <p><b>Acoplásticos</b></p>  | <p>ACOPLÁSTICOS, fundada en 1961, es una entidad gremial colombiana, sin ánimo de lucro, que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluyen las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas (recubrimientos), fibras, petroquímica y sus relacionadas. Su domicilio es en Bogotá D.C., pero sus actividades se extienden a lo largo de toda Colombia, contando con afiliados cuyas empresas están localizadas en varias ciudades y regiones del país, tales como Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena y Medellín. (Acoplásticos, 2017)</p> | <p>Al ser una entidad dedicada a la producción de plásticos, permitirá la obtención de información, en referencia al termoplástico, contemplado como posible material para la fabricación del neumático.</p>   |
| <p><b>SENA</b></p>        | <p>Tecnoparque, innovación tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) dirigida a todos los colombianos de manera gratuita, que actúa como acelerador para el desarrollo de proyectos de I+D+i (Investigación + Desarrollo + innovación), materializados en prototipos funcionales por medio del apoyo de un equipo multidisciplinario especializado y con amplia experiencia en el acompañamiento de proyectos. (SENA, 2020)</p>  | <p>Proveedora de espacios de investigación, siendo estos los laboratorios del Tecnoparque del SENA, en donde se llevar a cabo pruebas físicas (densidad, viscosidad y dureza), pérdida de peso por abrasión, propagación de grietas, propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, elongación a rotura y resistencia al rasgado), estableciendo así una ficha técnica del material. Durante la elaboración del trabajo de grado.</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>ICA</b></p>  <p>Instituto Colombiano Agropecuario</p> | <p>El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, es una entidad pública del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, perteneciente al Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, SNCCTI, y adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se creó en 1962 mediante el decreto 1562 del 15 de junio, para coordinar e intensificar las labores de investigación, enseñanza y extensión de las ciencias agropecuarias, para el mejor y más armónico desarrollo de todas las actividades del sector y especialmente para facilitar la reforma social agraria. (ICA, 2020)</p> | <p>El ICA es la entidad nacional que regula la actividad agropecuaria, lo que conlleva a la obtención de algunos de los posibles materiales propuestos, que son vitales para la ejecución del presente proyecto.</p>                                   |
| <p><b>Agrosavia</b></p>                                   | <p>La Corporación colombiana de investigación agropecuaria, AGROSAVIA, es una entidad pública descentralizada de participación mixta sin ánimo de lucro, de carácter científico y técnico, cuyo propósito es trabajar en la generación del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico agropecuario a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría con el fin de mejorar la competitividad de la producción agrícola en el país. (Agrosavia, 2020)</p>  | <p>Al ser una entidad dedicada a la investigación en cuanto a producción agropecuaria, permitirá la obtención de artículos de interés e información en general, en referencia a ciertos materiales contemplados para la fabricación del neumático.</p> |
| <p><b>Secretaría distrital de ambiente.</b></p>  | <p>La Secretaría Distrital de Ambiente es la Autoridad que promueve, orienta y regula la sostenibilidad ambiental de Bogotá; controlando los</p>   | <p>La secretaria distrital de ambiente, en apoyo de la secretaria de movilidad y la alcaldía de Bogotá, promueven en la ciudadanía</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  <p>Secretaría de Ambiente</p>   | <p>factores de deterioro ambiental y promoviendo buenas prácticas ambientales, como garantía presente y futura del bienestar y calidad de vida de la población urbana y rural de Bogotá. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020)</p>  | <p>el desplazamiento mediante el uso de la bicicleta, aspecto que incentiva la búsqueda de un material sustituto al que compone los neumáticos convencionales.</p>   |
| <p><b>Secretaría de movilidad</b></p> <p><b>Secretaría Distrital de Movilidad</b></p>   | <p>La Secretaría Distrital de Movilidad busca hacer de Bogotá una ciudad que promueva la felicidad y la calidad de vida de sus habitantes y visitantes en términos de movilidad, que potencia el desarrollo y la competitividad de la ciudad, protegiendo la vida y derechos de manera incluyente, con una gestión ética y transparente. (Secretaría de movilidad, 2020)</p> | <p>En apoyo con la secretaria distrital de ambiente, y la alcaldía mayor de Bogotá, se generan las estrategias y avances en movilidad, dentro de los cuales se centra el uso de la bicicleta por parte de los ciudadanos, suministrando información que constituye y define el nicho de mercado.</p> |
| <p><b>Secretaria distrital de gobierno (Alcaldía de Bogotá)</b></p>  | <p>La Secretaría Distrital de Gobierno es un organismo del Sector Central con autonomía administrativa y financiera que tiene por objeto orientar y liderar la formulación y seguimiento de las políticas encaminadas al fortalecimiento de la gobernabilidad democrática en el ámbito distrital y local. (Alcaldía de Bogotá. 2020)</p>                                     | <p>La Secretaria Distrital de Gobierno, es de manera general, la que coordina el trabajo individual y conjunto de las demás secretarías que guardan relación con el proyecto.</p>  |

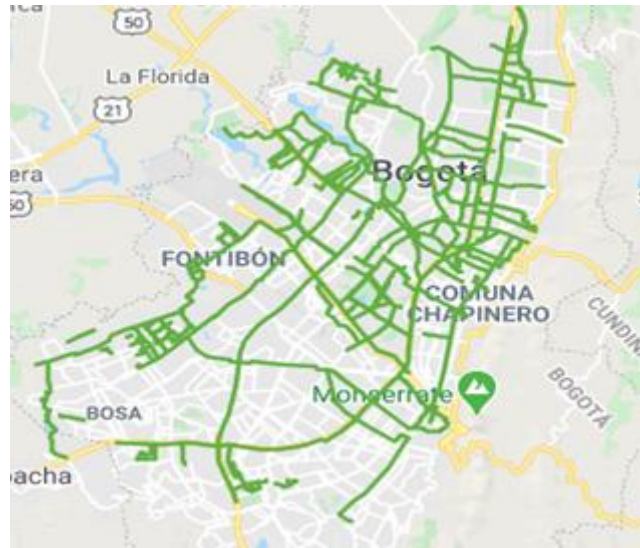
**Fuente:** Elaboración propia.

### **7.5. Marco geográfico**

Bogotá, siendo la capital de Colombia, presenta 7.4 millones de habitantes (DANE, 2020) y una densidad poblacional aproximada de 200 habitantes por hectárea. Esta posee una extensión de 163.635 hectáreas de territorio de los cuales 37.972 hectáreas son de suelo urbano (23,2 por ciento), 122.687 hectáreas son de suelo rural (75 por ciento) y 2.974 hectáreas corresponden a suelo de expansión (1,8 por ciento). Limita por el norte con el municipio de Chía; por el oriente con los municipios de La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque, Une y Gutiérrez y los municipios Guamal y Cubarral (Meta); por el sur con el municipio Uribe (Meta) y el municipio Colombia

(Huila); y por el occidente con los municipios de Cota, Funza, Mosquera, Soacha, Pasca, Arbeláez, San Bernardo y Cabrera (Cundinamarca). (Alcaldía de Bogotá, 2018)

Respecto al sistema vial que presenta la ciudad de Bogotá, para desplazarse de un punto a otro, existen carriles y rutas habilitadas, para el tránsito de automóviles, motos, buses y camiones, sin dejar de lado las vías habilitadas para el tránsito de bicicletas. Estas se encuentran distribuidas a lo largo de toda la ciudad, sin embargo, se cuenta con una mayor densidad de estas en la zona que comprende la parte norte y parte central de Bogotá, lo que facilita el uso de la bicicleta en esta parte de la ciudad (Rodríguez, 2015).



*Figura 14. Distribución de los bicicarriles a lo largo de la ciudad de Bogotá.*

**Fuente:** (Alcaldía de Bogotá, 2018)

Estas zonas corresponden a las localidades de Usaquén, Suba, Engativá, Barrios Unidos, Chapinero y Teusaquillo. Resaltando tres de estas (Barrios Unidos, Teusaquillo y Chapinero) cuyos viajes presentan menor cantidad de tiempo en comparación con algunas localidades ubicadas al sur de la capital (San Cristóbal, Bosa, Usme y Rafael Uribe Uribe) En las cuales, es más rápido el desplazamiento en otros medios de transporte como el público. Así mismo, la condición de la infraestructura para bicicletas en la zona central y norte de Bogotá, presenta un buen estado lo que facilita la circulación de bici usuarios en esta zona.

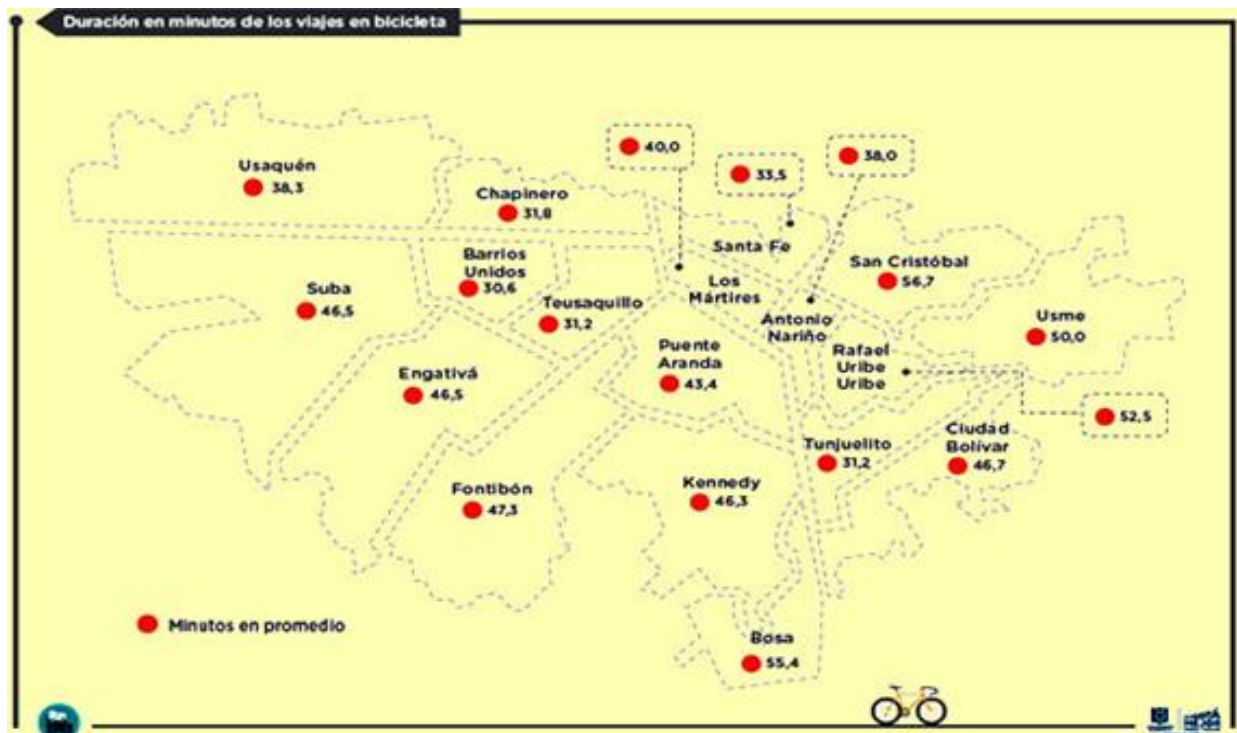


Figura 15. Duración en minutos del viaje en bicicleta en la ciudad de Bogotá.

Fuente: (Alcaldía de Bogotá, 2018)

Adicional a esto, es necesario enunciar la gran afinidad que tienen los jóvenes, por el uso de la bicicleta en la ciudad de Bogotá. Según, (Semana, 2018) “La población entre 15 y 24 años es el grupo que más recurre a este medio alternativo para transportarse, con un 23,6% del total. En segundo lugar, con un 20,8%, están quienes tienen entre 25 y 30 años.

Por tal razón, se determina que debe establecerse como población objetivo, a los jóvenes con edades entre los 15 y 24 años de edad sin excluir a personas con edades comprendidas entre los 25 y los 35 años, que se encuentren o frecuentan la parte norte y central de Bogotá, por motivos de desplazamiento hacia sus lugares de estudio y trabajo. En consideración a esto, se establece que el grupo de individuos al que debe considerarse como potenciales compradores, son los jóvenes universitarios y trabajadores que coincidan con la edad y la zona de Bogotá anteriormente nombrados.

### 7.6. Marco Normativo.

A continuación, serán enunciadas diferentes normas alusivas a las temáticas relacionadas al desarrollo del presente proyecto.

Tabla 3. Marco normativo.

| Norma   | Organismo que la expide  | Fecha | Definición                                     | Relación con el proyecto                 |
|---|--------------------------|-------|--|--|
| ley 769 el uso adecuado de la ciclo ruta y la vía | Alcaldía mayor de Bogotá | 2002  | Se define ciclorruta como "Vía o sección de la | Permite el tránsito de bicicletas por la |

|  |                         |      |   |  |
|--|-------------------------|------|---|--|
|  |                         |      | calzada destinada al tránsito de bicicletas en forma exclusiva". (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2002)   | ciudad y la presencia de bici usuarios, que por el desgaste de neumáticos, serán potenciales compradores.  |
| Ley 1083, movilidad sostenible en distritos y municipios con planes de ordenamiento territorial.                 | El congreso de Colombia | 2006 | Los municipios y distritos que deben adoptar planes de ordenamiento territorial en los términos del literal a) <b>Del artículo 9o de la Ley 388 de 1997</b> , formularán, adoptarán y ejecutarán planes de movilidad. Los planes de movilidad sostenible y segura darán prelación a los medios de transporte no motorizados (peatón y bicicleta) y al transporte público con energéticos y tecnologías de bajas o cero emisiones. | En continuidad con lo estipulado en el artículo <b>9o de la Ley 388 de 1997</b> . Promueve el uso de la bicicleta desde los planes de movilidad, lo que incentiva el uso de este medio de transporte. Por ende la demanda de neumáticos por su desgaste aumentara. |
| Resolución 909, Normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se | Ministerio de Ambiente  | 2008 | La presente resolución establece las normas y los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para  | Establece las mínimas concentraciones admisibles, en cuanto a emisiones de fuentes fijas, tomando en consideración el  |

|  |  |      |  |  |
|--|--|------|--|--|
| dictan otras disposiciones   |  |      | fuentes fijas, adopta los procedimientos de medición de emisiones para fuentes fijas y reglamenta los convenios de reconversión a tecnologías limpias. (Ministerio de ambiente, 2008)  | procesamiento del material y elaboración de los neumáticos.  |
| Política Nacional de Producción y Consumo                          | Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial | 2010 | “En este documento se actualizan e integran la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del Estado Colombiano que promueven y enlazan el mejoramiento ambiental y la transformación productiva a la competitividad empresarial” (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) | Establece los lineamientos estipulados en que debe darse la producción y consumo en el país desde los mercados verdes y otras estrategias de estado. |
| Ley 3570, Artículo 9. Funciones de la oficina de negocios verdes y | Presidencia de la república de Colombia                  | 2011 | Asesorar y apoyar el proceso de investigación básica y aplicada para   | Apoya la promoción de negocios verdes en el país y establece directrices a   |



|   |   |      |   |  |
|---|---|------|---|--|
| sostenible                              |   |      | la innovación en el uso de los recursos naturales renovables, en coordinación con las instituciones de apoyo científico y técnico y demás dependencias del Ministerio y, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. (Presidencia de la república de Colombia, 2011) | seguir para la estructuración del mismo.   |
| <b>ISO 5775</b>                         | Organización Internacional de Normalización ISO | 2014 | Norma internacional para etiquetar el tamaño de <u>los neumáticos de bicicleta</u> y <u>llantas</u> (Organización Internacional de Normalización ISO, 2014)   | Establece normas técnicas para la elaboración de ruedas de bicicleta, lo que regirá la producción de los neumáticos.                             |
| <b>Plan Nacional de Negocios verdes</b> | Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. | 2014 | Plan nacional para el fomento de negocios verdes y mercados verdes en el país, con el objetivo de generar un nuevo renglón estratégico en la economía nacional. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,  | Promueve la creación de negocios verdes en el país, lo que estipulara ciertos lineamientos para la consolidación del presente modelo de negocio. |

|   |  |      |   |   |
|---|--|------|---|---|
|   |  |      | 2014)   |   |
| Ley 1811 incentivos para promover el uso de la bicicleta en el territorio nacional y se modifica el código nacional de tránsito | Congreso de la república de Colombia.          | 2016 | La presente ley tiene por objeto incentivar el uso de la bicicleta como medio principal de transporte en todo el territorio nacional; incrementar el número de viajes en bicicleta, avanzar en la mitigación del impacto ambiental que produce el tránsito automotor y mejorar la movilidad urbana. (Congreso de Colombia , 2016) | Incentivar el uso de la bicicleta, permitiendo que a largo plazo, se genere la demanda de neumáticos, por parte de bici-usuarios en Bogotá.                   |
| Resolución 2254 Por el cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y otras disposiciones.                              | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible | 2017 | La presente resolución establece, la norma de calidad de aire a nivel de inmisión, y adopta las disposiciones para la gestión del recurso atmosférico en el territorio nacional con el objeto de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que puede ser causado por la                             | Establece las medidas a tomar para la gestión del recurso atmosférico, Resaltando el grado de mitigación al emplear un medio de transporte como la bicicleta. |

|   |   |             |   |  |
|---|---|-------------|---|--|
|   |   |             | <p>exposición a los contaminantes en la atmósfera. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017)</p>   |  |
| <p>Resolución 1326 Sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas, y otras disposiciones.</p> | <p>Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible</p> | <p>2017</p> | <p>La presente resolución tiene por objeto establecer a cargo de los productores de llantas que se comercializan en el país, la obligación de formular e implementar y mantener actualizados Los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, con el fin de prevenir y controlar la degradación del ambiente.</p> | <p>Establece las medidas a tomar, para la gestión de llantas usadas por parte de los productores, que se contempla en el proceso de producción de las llantas de bicicleta, respecto al modelo de negocio verde planteado.</p> |
| <p>Política de Crecimiento Verde.</p>   | <p>Departament o nacional de planeación.</p>          | <p>2018</p> | <p>“La presente política establece que para mantener e incrementar el ritmo de crecimiento económico que necesita el país, y así atender las problemáticas sociales,</p>  | <p>Estipula, lineamientos políticos para el surgimiento y consolidación del crecimiento de mercados verdes.</p>  |

|  |   |             |  |  |
|--|---|-------------|--|--|
|  |   |             | <p>en materia de pobreza, desigualdad y construcción de paz, se requiere la búsqueda de nuevas fuentes de crecimiento que sean sostenibles a partir de la oferta de capital natural.”<br/>(Conpes, 2018)</p> |  |
| <p>Política Nacional para la gestión integral de residuos Sólidos.</p> | <p>Departament o nacional de planeación.</p>          | <p>2016</p> | <p>“Este documento desarrolla la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario.”<br/>(Conpes 2016)</p>           | <p>Estipula todo lo relacionado a la política de gestión integral de residuos sólidos, formando una parte importante de la recirculación de materias primas.</p> |
| <p>Estrategia Nacional de Economía Circular</p>                        | <p>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p> | <p>2019</p> | <p>“Se promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales en el país”</p>      | <p>Busca el uso eficiente de materiales y recursos mediante la recirculación.</p>  |

**Fuente:** Autores

## ***8 Metodología***

El presente trabajo investigativo, se llevó a cabo a partir de un enfoque mixto, puesto que presenta tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativo. Esto, dado que el primer objetivo específico, establece tanto una revisión bibliográfica alusiva a una búsqueda y selección de un material de interés, lo que contempla variables teóricas y numéricas. Por su parte, el segundo objetivo específico, consta de un enfoque mixto, debido a que se requiere profundizar en las tendencias clave y fuerzas macroeconómicas, que corresponden a los enfoques cualitativo y cuantitativo respectivamente, según la definición de (MOSCOSO, 2017) que establece la información basada en la subjetividad de los individuos y en la individualidad de las situaciones como enfoque cualitativo, junto con las grandes masas de datos numéricos, buscando relaciones de correspondencia estadística como enfoque cuantitativo. En lo que respecta al Tercer objetivo, se establece un enfoque mixto, dado que su desarrollo se basa primordialmente en un ejercicio de laboratorio para la obtención de un material según unos lineamientos químicos, teóricos y numéricos.

En referencia al alcance del proyecto propuesto, se trabajó a partir de los tres objetivos específicos, esbozando un alcance descriptivo para el primero, puesto que se llevó a cabo una revisión bibliográfica, para determinar las alternativas de material a trabajar, buscando el más óptimo. En cuanto al segundo objetivo, se plantea al igual que en el objetivo anterior, un alcance descriptivo, que se plasma mediante la elaboración del lienzo del modelo de negocio Canvas, puesto que, a partir de esta herramienta, se recopilan datos previamente y se modelan en el mismo, para poder llevar a cabo la construcción del modelo de negocio. Y finalmente el tercer objetivo, consta de un alcance descriptivo, puesto que se recurre a la experimentación en laboratorio, para determinar las propiedades del material establecido.

### *8.1. Desarrollo metodológico del objetivo específico 1*

#### *8.1.1. Primer objetivo específico*

Seleccionar el material a trabajar, por medio de un análisis de alternativas multicriterio, para elegir el más óptimo, desde la perspectiva técnica y ambiental.

#### *8.1.2. Enfoque*

El primer objetivo, corresponde a un enfoque mixto, debido a que, en una primera parte, se da un enfoque cualitativo desde la revisión bibliográfica, alusiva a los factores de los materiales a proponer, “Esta, considera cinco dimensiones fundamentales en su proceso de aplicación. Refieren a los enfoques vistos desde el tipo de investigación a realizar, el origen de los saberes que lo relacionan, la recopilación de datos, el análisis de los mismos y la forma de narrar los hechos encontrados.” (Ortega, 2018). La segunda parte, hace alusión al enfoque cuantitativo, debido a que la viabilidad de las alternativas planteadas, es determinable mediante la ponderación y sumatoria de valores numéricos según lo establecido.

#### *8.1.3. Alcance*

El primer objetivo corresponde a un alcance exploratorio-descriptivo, puesto que la selección del material a partir de la revisión bibliográfica realizada, permitirá establecer el componente principal que se empleará para la elaboración de la alternativa de un neumático de bicicleta, buscando en términos de factibilidad ecológica y económica una propuesta más favorable que la convencional.

#### *8.1.4. Técnicas e instrumentos*

Para llevar a cabo la recopilación de datos, se parte de la obtención de información secundaria, mediante revisión bibliográfica apoyada en bases de datos, obtenidas de la biblioteca de la

Universidad el Bosque, Google Académico, entre otras. A partir de esto, se establecen los diferentes materiales para llevar a cabo la alternativa propuesta, basada en una materia prima distinta al caucho convencional, que hubiese sido empleada en la elaboración de un neumático. Para posteriormente, realizar la selección del material más óptimos, según las Fases de la metodología AMC, propuesta por (Hajkowicz & Higgins, 2008).

**Tabla 4. Fases de la metodología de Análisis Multicriterio.**

| <i>Dimensión</i> | <i>Criterios</i>  | <i>Justificación</i>   |
|------------------|---|--|
| <b>Ecológico</b> | Técnica de obtención del material                       | Cantidad de insumos y materias primas que se requieren.  |
|                  | Impactos generados                                      | Residuos/ emisiones.   |
|                  | Requerimiento de insumos químicos                       | Presencia de insumos y materia prima de origen químico en su obtención y/o producción.                             |
| <b>Económico</b> | Complejidad tecnológica                                 | Uso de maquinaria industrial especializada durante el proceso de obtención y producción.                           |
|                  | Costo de obtención del material                         | Capital de obtención mayor o menor de...   |
|                  | Eficiencia del material                                 | Resistencia del material comparada con la materia prima base, del caucho convencional                              |
|                  | Necesidad de establecer industria en torno al material. | Presencia de industria en Colombia en torno al material, o se pueda adaptar fácilmente a las condiciones del país. |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 5. Diseño de tabla de desempeño para cada alternativa.**

| <i>Fase</i>   | <i>Descripción</i>   |
|---|--|
| <i>Selección de la alternativa confrontada</i>                                      | <i>En esta fase se define al Caucho natural hevea brasilienses como alternativa a confrontar, debido a que corresponde a la materia prima base para la elaboración de neumáticos de bicicleta convencionales.</i>                    |
| <i>I: Selección de los criterios de evaluación.</i>                                 | <i>En esta fase se definen los criterios a utilizar para la comparación de las alternativas, con el fin de llevar a cabo la evaluación de las mismas.</i>  |
| <i>II: Escoger las opciones de elección (alternativas)</i>                          | <i>Se establece, un número de alternativas a evaluar según los componentes económico y ecológico. La obtención de información respecto a estos criterios para cada alternativa, se lleva a cabo mediante búsqueda bibliográfica.</i> |
| <i>III: Orden de los criterios según su valor</i>                                   | <i>Se establece, valores de (0), (5) y (10) para cada rango de criterio.</i>   |
| <i>IV: Determinación de las interpretaciones para cada criterio</i>                 | <i>Se establece, una interpretación asociada a los criterios, según su grado de favorabilidad o des favorabilidad.</i>   |
| <i>V: Análisis de la Matriz final de evaluación y selección de alternativa</i>      | <i>Según lo establecido anteriormente, se procede a ejecutar la matriz de evaluación final, para cuantificar cada alternativa y hacer selección de la más idónea.</i>  |
| <b>Fuente:</b> <i>Elaboración propia adaptada de Hajkowicz &amp; Higgins, 2008.</i> |  |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 6. Rangos del criterio 1. Tiempo de obtención del material.**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i> | <i>Interpretación del criterio</i> |
|---------------------|-----------------------|------------------------------------|
|                     |                       |                                    |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 0  | Alto consumo de tiempo ( $\geq$ 12 meses) | El tiempo de obtención del material, requiere mayor cantidad de tiempo que la alternativa confrontada.                 |
| 5  | Mediano consumo de tiempo (6 a 12 meses)  | El tiempo de obtención del material, requiere igual cantidad del mismo que la alternativa confrontada.                 |
| 10 | Bajo consumo de tiempo ( $\leq$ 6 meses)  | El tiempo de obtención del material, requiere menor cantidad del mismo, en comparación con la alternativa confrontada. |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 7. Rangos del criterio 2. Impactos generados.**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i>                                    | <i>Interpretación del criterio</i>  |
|---------------------|--|---|
| 0                   | Alto número de impactos ecológicos negativos ( $\geq$ 5) | Mayor cantidad de impactos negativos en cuanto a la obtención y fabricación del material, en comparación con la alternativa confrontada.  |
| 5                   | Mediano número de impactos ecológicos negativos (4)      | Igual cantidad de impactos negativos en cuanto a la obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada.    |
| 10                  | Bajo número de impactos ecológicos negativos $\leq$ 3    | Menor cantidad de impactos negativos, en cuanto a la obtención y fabricación del material, en comparación con la alternativa confrontada. |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 8. Rangos del criterio 3. Requerimiento de insumos químicos.**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i> | <i>Interpretación del criterio</i>        |
|---------------------|-----------------------|---|
| 0                   |                       | Mayor uso de insumos o materias primas de |



|    |                                 |   |
|----|---------------------------------|---|
|    | Alto uso de insumos químicos    | origen químico, en cuanto la fase de obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada  |
| 5  | Mediano uso de insumos químicos | Igual uso de materias primas de origen químico, en cuanto la fase de obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada.           |
| 10 | Menor uso de insumos químicos   | Menor uso de insumos o materias primas de origen químico, en cuanto la fase de obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada. |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 9. Rangos del criterio 4. Complejidad tecnológica del proceso.**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i> | <i>Interpretación del criterio</i>   |
|---------------------|-----------------------|--|
| 0                   | Alta                  | Requiere un alto número de maquinaria especializada, respecto a las etapas de obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada.       |
| 5                   | Media                 | Requiere una cantidad similar de maquinaria especializada, respecto a las etapas de obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada. |
| 10                  | Poca                  | Requiere un bajo número de maquinaria especializada, respecto a las etapas de obtención y fabricación del material, en comparación a la alternativa confrontada.       |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 10. Rangos del criterio 5. Costo de obtención del material.**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i>                           | <i>Interpretación del criterio</i>  |
|---------------------|---|---|
| 0                   | Alto requerimiento de capacidad adquisitiva     | Requiere un alto costo de obtención, respecto a la etapa de obtención del material, en comparación a la alternativa confrontada.              |
| 5                   | Mediano requerimiento de capacidad adquisitiva. | Requiere el mismo o un costo similar de obtención, respecto a la etapa de obtención del material, en comparación a la alternativa confrontada |
| 10                  | Baja requerimiento de capacidad adquisitiva     | Requiere un bajo costo, respecto a la etapa de obtención del material, en comparación a la alternativa confrontada.                           |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 11. Rangos del criterio 6. Eficiencia del material**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i> | <i>Interpretación del criterio</i>   |
|---------------------|-----------------------|--|
| 0                   | Baja eficiencia       | Baja resistencia del material (Módulo de young, Resistencia a la rotura por alargamiento, Rango de temperatura de trabajo, Resistencia a la tracción), en comparación con la alternativa confrontada.    |
| 5                   | Media eficiencia      | Resistencia similar del material (Módulo de young, Resistencia a la rotura por alargamiento, Rango de temperatura de trabajo, Resistencia a la tracción), en comparación con la alternativa confrontada. |
| 10                  | Alta eficiencia       | Mayor resistencia del material (Módulo de young, Resistencia a la rotura por alargamiento, Rango de temperatura de trabajo, Resistencia a la tracción), en comparación con la alternativa confrontada.   |

**Tabla 12. Rangos del criterio 7. Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial**

| <i>Valor puntos</i> | <i>Rango criterio</i> | <i>Interpretación del criterio</i>  |
|---------------------|-----------------------|---|
| 0                   | Presencia baja        | El material cuenta con una baja presencia a nivel nacional, para ser producido en comparación, con la alternativa confrontada |
| 5                   | Presencia media       | El material cuenta con igual presencia a nivel nacional, para ser producido en comparación, con la alternativa confrontada    |
| 10                  | Presencia alta        | El material cuenta con mayor presencia a nivel nacional, para ser producido en comparación, con la alternativa confrontada    |

**Fuente:** (Autores 2020)

Posterior a la asignación de puntajes por cada criterio y para cada alternativa, se procederá a establecer los coeficientes de importancia relativa y los coeficientes de selección ambiental, siendo definidos respectivamente a continuación:

Los coeficientes de importancia relativa (CIR) se determinan mediante la confrontación entre los criterios, siendo denotados según su importancia. Esto se realiza comparando cada criterio (superior vs lateral) en una matriz, asignando puntajes de 0, 0.5 y 1 donde 0 corresponde a ninguna relación entre criterios, 0.5 corresponde a una relación indirecta entre criterios y 1 corresponde a una relación directa entre criterios. Cabe resaltar, que el puntaje establecido, se asigna al criterio que se encuentra en la parte superior. Finalmente, se suman evidenciando el mayor valor y se establecen valores porcentuales que corresponderán a los (CIR)

Los coeficientes de selección ambiental (CSA), se determinan para cada alternativa, por cada criterio a modo de confrontación, en donde se comparan las alternativas de lateral a superior, asignando puntajes de 0, 5 y 10. Correspondiendo el 0 (inferior), el 5 (equivalente) y 10 (superior) a la alternativa confrontada. Posterior a esto, se realiza la sumatoria para cada opción y se definen valores porcentuales que corresponderán a los (CSA).

Finalmente, se realiza la operación de multiplicación, para establecer la alternativa con la mayor magnitud como la más óptima según la metodología. (Machado 2005)

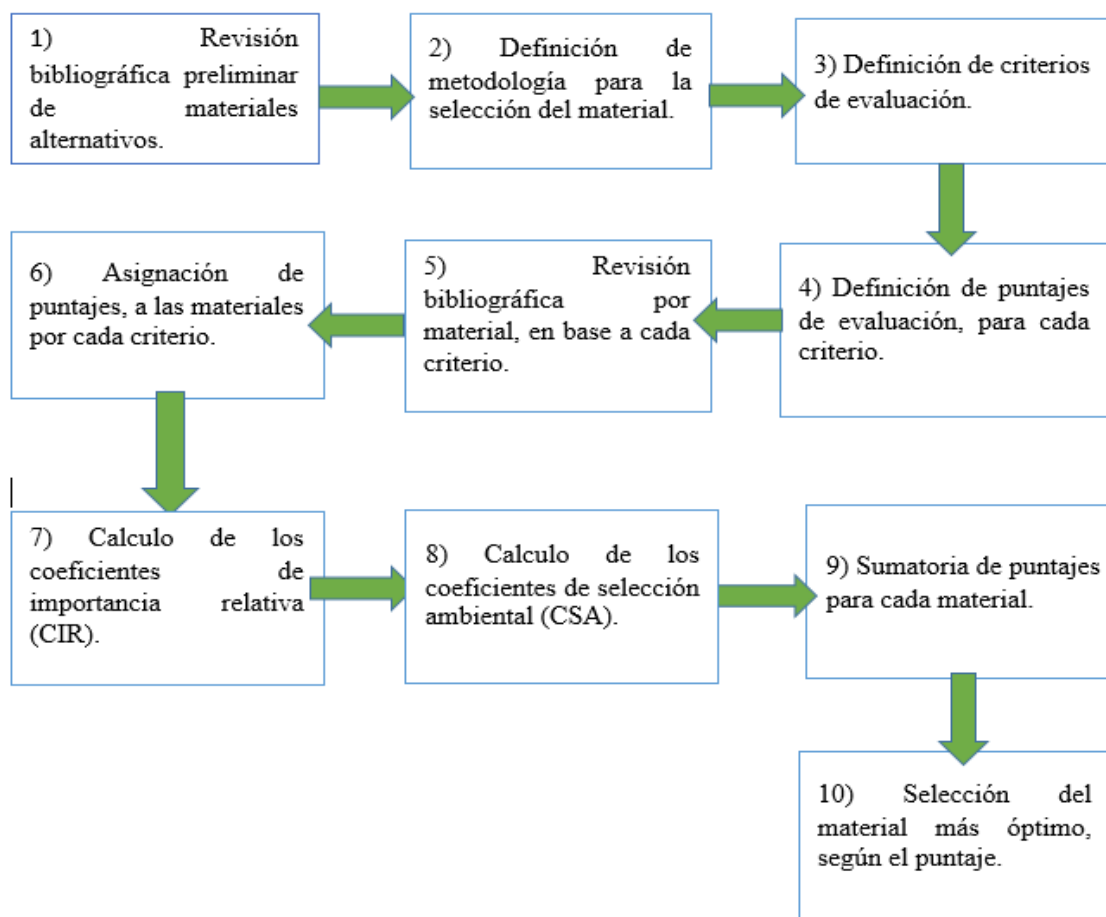


Figura 16: Metodología para el desarrollo del primer objetivo específico.

Fuente: (Autores 2020)

## 8.2. Desarrollo metodológico del objetivo específico 2

### 8.2.1. Segundo objetivo específico

Estructurar el modelo de negocio verde para el material seleccionado, a través de herramientas de innovación en modelos de negocio.

### 8.2.2. Enfoque

El presente objetivo, consta de la estructuración y ejecución de un modelo de negocio, basado en el lienzo “CANVAS” un perfil de cliente y una propuesta de valor (Osterwalder y Pigneur, 2011), lo que compete a un enfoque mixto, debido a la identificación de diversos elementos, tales como: Fuerzas de la industria y tendencias clave, esta parte hace referencia a un Enfoque cualitativo. Dado que se recolectan datos no estandarizados, que se fundamentan en las apreciaciones de las personas, mediante la observación directa de las mismas. Así mismo, las fuerzas macroeconómicas, corresponden a un enfoque cuantitativo. Dado que al indagar sobre las condiciones de los diferentes mercados, productos varios y otros recursos, se obtienen datos numéricos que posteriormente serán analizados. (Ortega 2018).

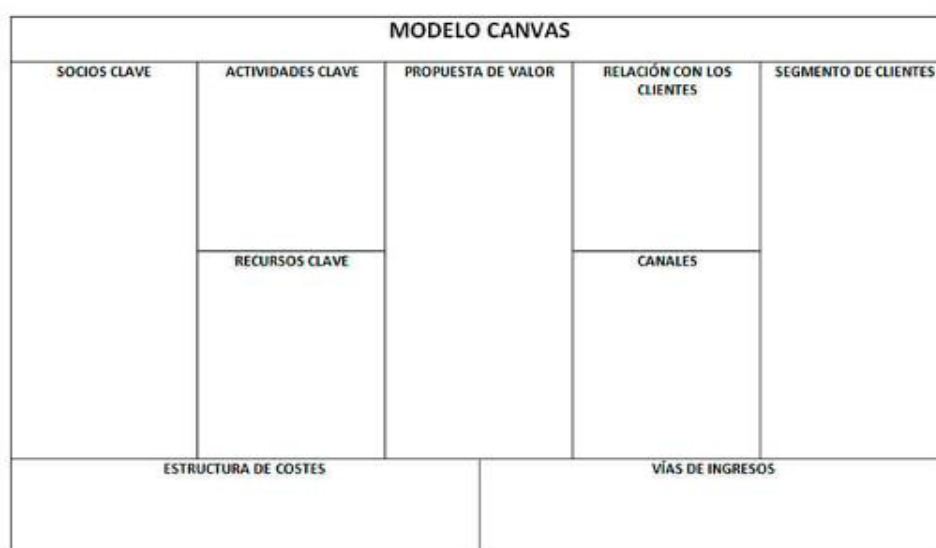
### 8.2.3. Alcance

El alcance del segundo objetivo específico es descriptivo debido a que, a partir de la consolidación del lienzo Canvas, que parte de la definición de conceptos elementales, como lo son: Fuerzas de la industria, tendencias clave, fuerzas macroeconómicas y fuerzas de mercado. Es posible establecer una serie de variables y predicciones, mediante hipótesis, que serán corroboradas a partir de un ejercicio

riguroso de investigación, y permitirán visualizar las bases teóricas que sustentan el modelo de negocio, haciéndolo tangible para los biciusuarios en el norte y centro de la ciudad de Bogotá.

#### 8.2.4. Técnicas e instrumentos

Para establecer el esquema de modelo de negocio, se empleó la técnica de **(Osterwalder & Pigneur 2011)**, en donde se establece un análisis del entorno, además de la estructuración de información recopilada, a partir de las diferentes fuerzas del mercado o variables que forman parte de lo que se denomina lienzo canvas. La evaluación de este se estructurará, mediante dos fases. La primera, con base en un primer acercamiento, desde afirmaciones hipotéticas basadas en el conocimiento de los autores. La segunda, por medio de la consolidación y uso de herramientas para la obtención de información, como las encuestas, para determinar el segmento y relación con los clientes, y la indagación, mediante fuentes bibliográficas, para determinar los recursos, las actividades, los socios clave y otras variables. Logrando así la construcción de la propuesta de valor, según las necesidades del mercado establecido y el análisis de los resultados obtenidos.



*Figura 17: Lienzo Canvas.*

**Fuente: (Osterwalder & Pigneur, 2011)**

El modelo canvas, es una herramienta estructurada para la creación de modelos de negocio, respecto a las bases mediante las cuales una empresa crea, genera, proporciona y capta valor. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

Para establecer las partes relacionadas al cliente potencial para el modelo de negocio, se establece la realización del lienzo del perfil del cliente, el cual permite ampliar la información demográfica con un conocimiento profundo del entorno, el comportamiento, las inquietudes y las aspiraciones de los compradores. (Osterwalder y Pigneur, 2011)

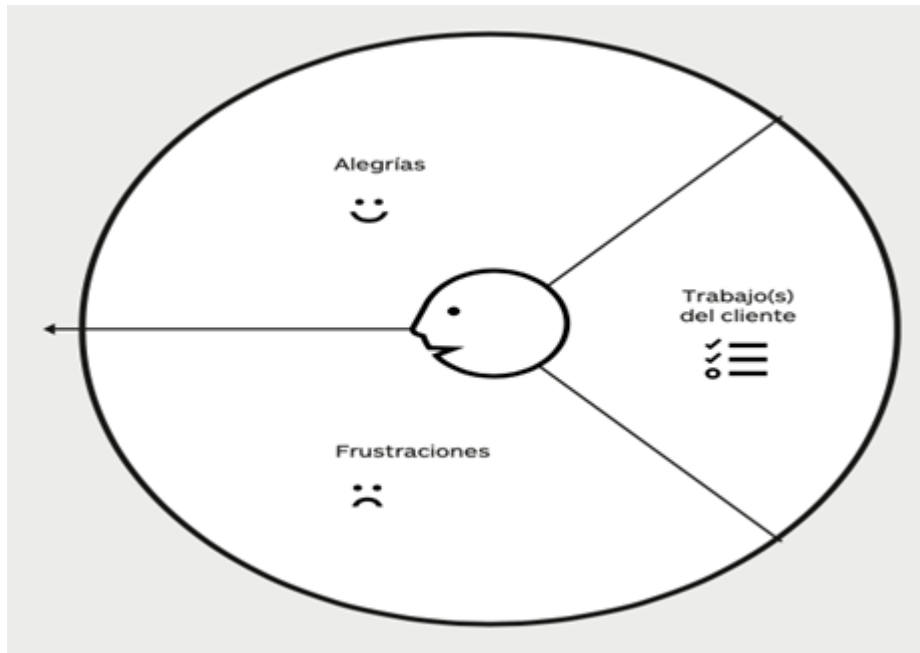


Figura 18: Lienzo del perfil del cliente  
Fuente (Osterwalder y Pigneur, 2015)

Posteriormente, para definir los componentes asociados a la propuesta de valor, se procede a realizar el lienzo de la propuesta de valor, definido como el factor diferenciador que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; siendo su finalidad el solucionar un problema o satisfacer una necesidad del cliente.



Figura 19: Lienzo de la propuesta de valor

Fuente: (Osterwalder y Pigneur, 2015)

Finalmente, se establecen una serie de preguntas cuya información obtenida, complementará ciertos segmentos de la parte superior derecha del lienzo canvas, más específicamente: los canales de comunicación, el segmento de clientes y la relación con los clientes.

### **Formato de preguntas para compradores potenciales**

**Nombre** \_\_\_\_\_ **Edad** \_\_\_\_\_ **Localidad de residencia** \_\_\_\_\_

¿Qué tan frecuentemente utiliza la bicicleta para desplazarse?

- a. Siete días a la semana
- b. Cinco días de la semana
- c. Tres días a la semana
- d. Menos de dos días a la semana

¿Acostumbra cambiar o hacer mantenimiento a las piezas de su bicicleta?

- a. Si
- b. No

¿Qué tipo de bicicleta usa?

- a. Ruta
- b. Montaña
- c. Bmx
- d. Eléctrica
- e. Otra

¿Alguna vez ha cambiado los neumáticos de su bicicleta?

- a. Si
- b. No

¿Sabe lo que es un neumático sostenible?

- a. Si
- b. No

Nota: Un neumático sostenible, corresponde a una llanta en este caso de bicicleta, que se encuentra elaborada de un material diferente al caucho natural vulcanizado. Dicho material, corresponde a un material reciclable, de tal forma que al culminar con la vida útil de la bicicleta como consecuencia de su desgaste, este material podría reincorporarse a un proceso productivo,

para volver a hacer una nueva llanta de bicicleta. Cabe aclarar que las características técnicas de resistencia y desgaste propias de cada tipo de llanta de bicicleta convencional, se mantendrían en magnitudes muy similares y esta no presentaría cámara de aire por lo que además sería antipinchazos. Esto, mediante un diseño de neumático de bicicleta que ya existe en el mercado internacional con un material a base de espuma.

¿Encuentra atractiva la idea de un neumático sostenible para una bicicleta?

- a. Si
- b. No

¿En caso de que su respuesta en la pregunta anterior sea sí? ¿Sería determinante para usted la presencia en el mercado de un neumático sostenible, en caso de querer comprar un neumático?

- a. Si
- b. No

En caso de querer adquirir una bicicleta ¿Sería determinante para usted la presencia de una bicicleta con neumáticos ecológicos en el mercado?

- a. Si
- b. No

Cabe resaltar, que la búsqueda de público para el presente formato de preguntas, se dará mediante su divulgación en redes sociales, principalmente facebook y twitter.



*Figura 20: Logo de Facebook*  
Fuente: (Facebook 2020)





Figura 21: Logo de twitter  
Fuente: (twitter 2020)

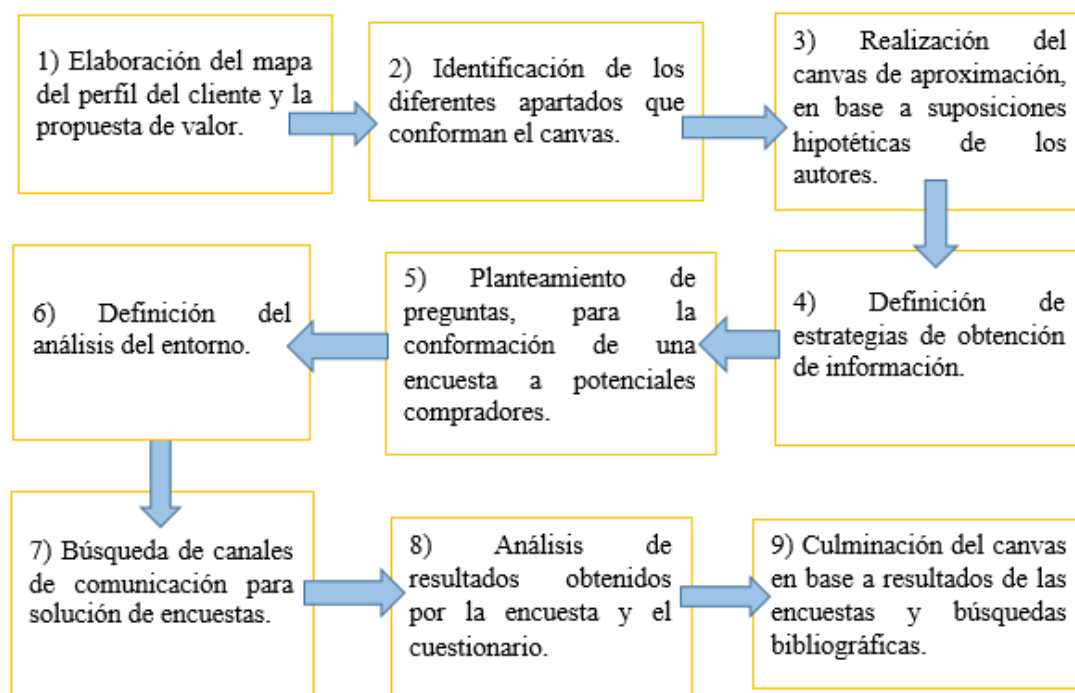


Figura 22: Metodología para el desarrollo del segundo objetivo específico.

**Fuente:** Autores

### 8.3. Desarrollo metodológico del objetivo específico 3

8.3.1. Tercer objetivo específico: Elaborar un prototipo de neumático con el material seleccionado a través de impresión 3D.

#### 8.3.2. Enfoque

El enfoque observado para el presente objetivo, corresponde a un enfoque mixto. Esto debido a que la elaboración del prototipo del neumático, se da con base a dos actividades. La primera actividad mencionada, es el diseño del neumático, a partir del software Rhino, que posteriormente se utilizara para la etapa concerniente a su fabricación en una impresora 3D. Esto se puede constatar desde la definición de enfoque mixto que dice lo siguiente “El enfoque mixto, corresponde a una estrategia de investigación que permite combinar la metodología cuantitativa y cualitativa, que profundiza en un único estudio basado en diferentes técnicas y métodos de investigación” (Perez, 2011) Por otra lado, se presenta el enfoque cualitativo desde la revisión del ciclo de vida del material seleccionado, donde se establece los impactos ambientales asociados al material, según sus propiedades y características durante su fabricación, uso y fin de vida. Este enfoque se enmarca desde los saberes que lo relacionan, la recopilación de datos y el análisis de estos. (Ortega, 2018).

#### 8.3.3. Alcance

El alcance del presente objetivo, corresponde al componente descriptivo. Esto se debe a que las actividades alusivas al diseño del prototipo del neumático y su elaboración, buscan establecer

las características de factibilidad al método de fabricación correspondiente a la impresión 3D. Dicha descripción, se establece respecto a la “Recopilación de información que vincula la identificación de posibles variables a estudiar.” (Instituto tecnológico de Sonora., 2013) Así mismo, la actividad correspondiente a la revisión del ciclo de vida, hace alusión también a un alcance descriptivo partiendo de la definición de aspectos e impactos propios del material seleccionado, que se compilan a manera de información detallada. (Instituto tecnológico de Sonora., 2013)

### 8.3.4. Técnicas e instrumentos

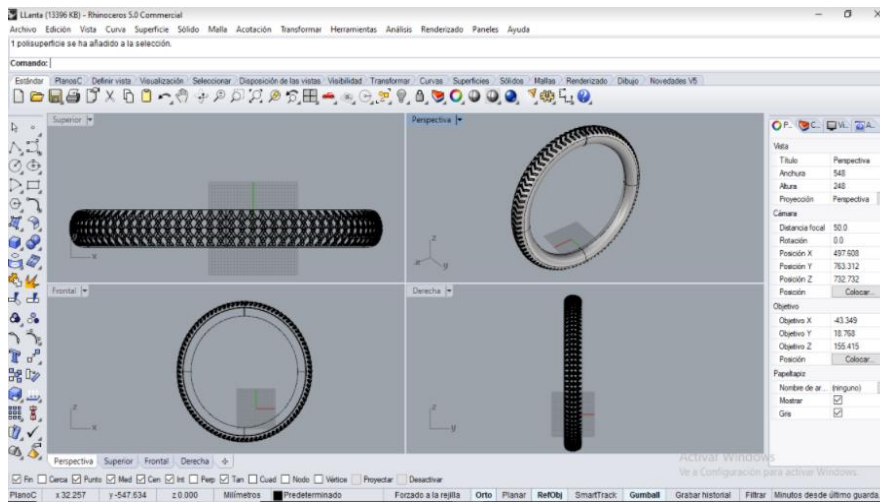
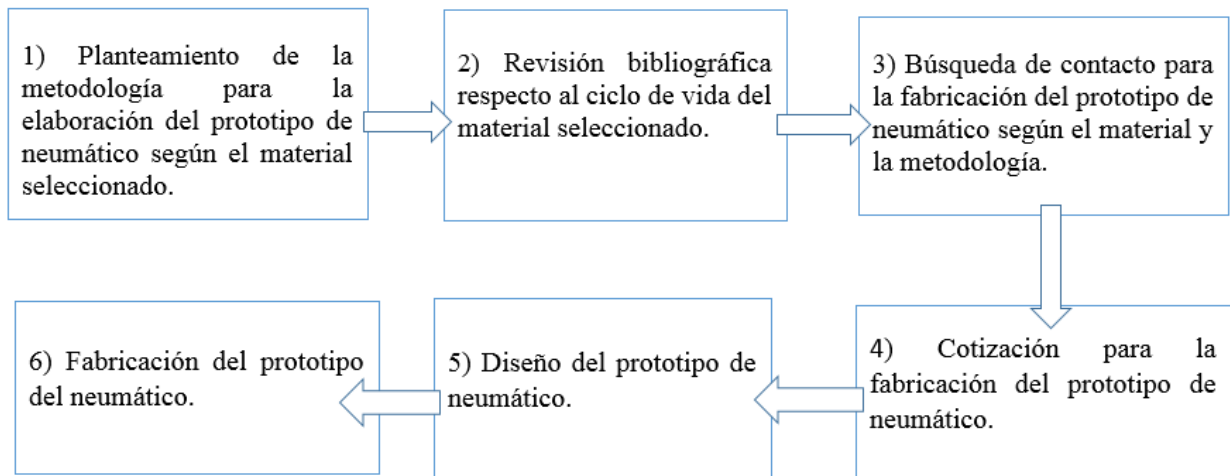


Figura 23: Software de diseño 3D Rhino.

Fuente: (Autores 2020)

Para llevar a cabo la puesta en marcha de la fabricación del prototipo de neumático mediante impresión 3D, se procede a establecer contacto con la empresa 3D CENTER, tienda de tecnología, ingeniería e impresión 3D el cual lleva a cabo todo tipo de servicios relacionados con materiales y fabricación. Posterior a esto, y por recomendación del personal de la empresa, se dispone a contactar con un diseñador industrial, para establecer el diseño a ejecutar. y finalmente ajustar la impresión respecto a las sugerencias realizadas por el diseñador.

En cuanto a la revisión del ciclo de vida del material seleccionado, se establece una búsqueda bibliográfica por medio de bases de datos, la cual permitirá evidenciar el impacto ambiental desde las diferentes etapas que presenta el material como lo son: Su elaboración, sus métodos de empleo y su disposición final o aprovechamiento.



*Figura 24: Metodología para el desarrollo del tercer objetivo específico*

**Fuente:** Autores

### ***9. Resultados análisis y discusión***

Los resultados y análisis realizados a continuación, se detallan con base en los objetivos específicos planteados, para generar un mejor orden y un mejor entendimiento.

*9.1. Resultados objetivo específico 1: Seleccionar el material a trabajar, por medio de un análisis de alternativas multicriterio, para elegir el más óptimo, desde la perspectiva técnica y ambiental.*

Para la selección del material se proponen las siguientes alternativas según lo investigado:

#### **Algas Marinas**

Las algas verdes pueden ser utilizadas en la fabricación y caracterización de bio cauchos para neumáticos, en los que se han utilizado como material de sustitución de la sílice amorfa (uno de los componentes que se utiliza actualmente en los procesos de fabricación de caucho para neumáticos). (Carrasco, 2008).

#### **Cáscara de Arroz**

En la industria de los neumáticos, el negro de carbón se utiliza como relleno para la banda de rodadura de los neumáticos. Sin embargo, estudios recientes corroboran que es posible reemplazarla por la sílice amorfa proveniente de la cáscara de arroz. (Romero, 2015)

#### **Aceite de naranja**

El aceite de naranja está siendo usado como materia prima para hacer caucho vulcanizado. Extraído directamente de las cáscaras de esta fruta que la industria desecha y con las que se ahorraría hasta el 10% del petróleo empleado en la producción de sus ruedas. (Jiménez, 2013)

#### **Látex de diente de León Ruso**

Con base a un trabajo de investigación, Continental logró cultivar un tipo de diente de león que produce grandes cantidades de látex en el que se basa el caucho natural. (Castro 2008)

### Termoplástico Poliamida 6 Nylon

La poliamida 6 fue aplicada en un estudio de viabilidad del concepto para una ‘rueda reciclable’ en vehículos denominados como cuadríciclo pesado Renault Twizy. Para tal fin, se realizó un diseño conceptual de llanta y neumático. (RIUTORT 2016)

### Guayule

Se le usa como fuente alternativa de látex, en contra de la usual goma de caucho de *Hevea brasiliensis*. Todas las partes de la planta, a excepción de las hojas, contienen cierta cantidad de caucho. Es originario de las regiones semiáridas de México y los Estados Unidos. (Rodríguez 2011)

En la siguiente tabla, se establecen los criterios y las justificaciones para la búsqueda bibliográfica y la evaluación, que se realiza en las tablas posteriores.

**Tabla 13 Diseño de tabla de desempeño para cada alternativa**

| <b>Dimensión</b> | <b>Criterios</b>   | <b>Justificación</b>  |
|------------------|--|---|
| <b>Ecológico</b> | Tiempo de obtención del material                             | Cantidad de insumos maquinaria y materias primas que se requieren.                                  |
|                  | Impactos generados   | Residuos/ emisiones.  |
|                  | Requerimiento de insumos químicos                            | Presencia de insumos y materia prima de origen químico en su obtención y/o producción.              |
| <b>Económico</b> | Complejidad tecnológica                                      | Uso de maquinaria industrial especializada durante el proceso de obtención y producción.            |
|                  | Costo de obtención del material                              | Capital de obtención mayor o menor respecto a la alternativa a comparar                             |
|                  | Eficiencia del material                                      | Resistencia del material comparada con la materia prima base, del caucho convencional               |
|                  | Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial. | El cultivo o industria existe en Colombia o se pueda adaptar fácilmente a las condiciones del país. |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**Fuente:** (Autores 2020)

En consecuencia a la limitada información disponible respecto a varias de las opciones contempladas, sólo fue posible elegir tres materiales para ser sometidos a evaluación. Estos materiales fueron seleccionados por las siguientes razones:

*9.1.1. Argumento de la elección de materiales para evaluación.*

*9.1.1.1. Caucho natural (Hevea brasiliensis).*

Este fue seleccionado, debido a que corresponde al punto de comparación, en consecuencia de que es el material con el que se elaboran las llantas de bicicleta a nivel mundial.

*9.1.1.2. Termoplástico Poliamida 6 (Nylon).*

Este fue seleccionado, debido a la información analizada en el artículo de (Riutort s.f) en el cual se especifica a la poliamida 6, como un material óptimo para la elaboración del neumático de un renault Twizy.

*9.1.1.3. Caucho natural proveniente de diente de león.*

Este fue seleccionado debido a que pertenece, a uno de los esfuerzos recientes más importantes de generar cambios en el material que compone a los neumáticos, además de venir de la compañía de neumáticos continental.

**Tabla 14 Análisis de Desempeño para el caucho natural (Hevea brasiliensis)**

| <i>Dimensión</i> | <i>Criterios</i>                  | <i>Justificación</i>  |
|------------------|-----------------------------------|---|
| <b>Ecológico</b> | Técnica de obtención del material | <b>La sangría combina la forma, longitud de la incisión, número de incisiones y frecuencia, dicha combinación de factores define su intensidad.</b> Esta dura menos de 3 horas, y después de 3 a 4 horas de escurrimiento se recoge el látex. La sangría comienza a realizarse cuando los árboles poseen una circunferencia superior a 45 cm, a 1 m de altura, es decir, 5 años después de la siembra. <b>Durante este tiempo, reciben aplicación de fertilizantes a base de elementos mayores N, P, K, Ca, Mg y S, y elementos menores como Cu, Zn, B y Mn, en proporción de 1 g por planta de cada nutriente,</b> es decir, se aplica igual cantidad de nutrientes, tanto mayores como menores, a dichas plantas. A medida que la planta crece en vivero la dosis puede incrementar hasta 2 g por planta. (Rodríguez, 2014) |

|                  |                                   |  |
|------------------|-----------------------------------|--|
|                  | Impactos generados                | <p>“Con relación a la explotación del caucho, la falta de información sobre investigación e innovación en referencia al método de coagulación del látex de caucho con otras fuentes alternas y diversas de aglutinantes hacen que en muchas regiones del país los ácidos (fórmico y acético) sean las únicas fuentes utilizadas en el proceso de coagulación. Estos productos adicionados para la obtención de látex seco (1cc de ácido fórmico al 90% de concentración por cada 2 litros de dilución) a su vez <b>vienen provocando en el entorno natural de las regiones caucheras contaminaciones al eliminarse con el lavado los residuos de las láminas obtenidas mediante este proceso. Estos residuos siguen siendo botados a los suelos, ríos y quebradas afectando la flora y fauna.</b>” (Ortiz, 2014)</p> |
|                  | Requerimiento de insumos químicos | <p>Para una plantación de 510 árboles de caucho (Hevea Brasiliensis), se requieren de ciertos insumos químicos, comprendidos en algunos de los procesos involucrados en la extracción y producción del látex, tales como:</p> <p>Control de plagas: 4L Arrierafin 4L Lorsban</p> <p>Manejo de enfermedades: 12Kg Elosal. 10Kg Ridomil, 10 Kg Oxiclورو de cobre Sangría: 0,2 Kg Ethrel (Estimulante)</p> <p>Laminación: 0,091 M3 Ácido fórmico 90% (Rojas, 2013)</p>  |
| <b>Económico</b> | Complejidad tecnológica           | <p>La parte inicial del monocultivo de Hevea brasiliensis requiere etapa de vivero. Esta se mantiene por un tiempo de 1 a 2 años y posteriormente se lleva a campo para su establecimiento. (Rodríguez, 2014) . Dentro de la maquinaria empleada, cabe resaltar la utilizada en el proceso del laminado, ya que este se realiza de forma mecánica para obtener láminas de caucho con un espesor de 1.5 a 2mm, con un mínimo de agua. Esto se realiza con la ayuda de dos rodillos provistos en la máquina de laminado. (Rojas, 2013)</p>   |
|                  | Costo de obtención del material   | <p>En base al comportamiento del precio internacional del caucho natural trenzado en Malasia y Tailandia, en las cifras reportadas por el Fondo de Fomento Cauchero; así como las presentaciones de caucho comercializadas durante el periodo comprendido de 2019-2020, se establece el valor de 1.20\$ por kilogramo de caucho, 0,54\$ por kilogramo de Coágulo, 1.11\$ por kilogramo de Lamina y finalmente 0.30\$ por litro de látex”. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)</p>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | Eficiencia del material                                     | <p>Módulo de young: 0,002 (GPa) (Laza, 2014)</p> <p>Resistencia a la rotura por alargamiento: 700% (plásticos, 2016)</p> <p>Rango de temperatura de trabajo: -20 a 80 °C (Mariano, 2011)</p> <p>Resistencia a la tracción: <math>300 \frac{Kg}{Cm^2}</math> (LAC, 2012)</p> <p>Conductividad térmica: <math>0.13 \frac{W}{K*m}</math></p> <p>Calor específico: <math>1100 \frac{J}{Kg*K}</math></p> <p>Densidad: <math>910 \frac{Kg}{Cm^3}</math></p> <p>(Erica Aislamiento - Estanqueidad, 2020)</p>   |
|  | Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial | <p>En <b>Colombia</b> la producción de caucho se remonta a la explotación de los bosques naturales a mediados del siglo XIX. Hasta el año 2008, se contaba con algo más de 30.000 hectáreas sembradas y se estima que la producción anual es aproximadamente de 1.000 toneladas. <b>En la actualidad, este cultivo se distribuye principalmente en nueve núcleos regionales. El departamento del Caquetá presenta la mayor superficie sembrada con el 27% seguido por los departamentos de Santander (26%), Antioquia (11%) y Meta (8%).</b> Asimismo, del total de área proyectada para sembrar en el año 2006, estos cuatro departamentos representaban el 61,3%. (Rodríguez, 2014)</p> |

Fuente: (Autores 2020)

**Tabla 15. Análisis de desempeño para el termoplástico Poliamida 6 (Nylon)**

| <i>Dimensión</i> | <i>Criterios</i>                 | <i>Justificación</i>  |
|------------------|----------------------------------|---|
| <b>Ecológico</b> | Tiempo de obtención del material | <p>El nylon, es un polímero termoplástico de origen sintético, <b>que puede ser elaborado en un laboratorio, mediante la reacción del cloruro de adipoilol disuelto en hexano y una amina disuelta en agua.</b> (Csic Comunicación, 2011) Industrialmente, el proceso de fabricación del nylon tarda alrededor de unas 15 a 20 horas con una temperatura por debajo de los 300 °c. (Universidad Politécnica de Cataluña, 2006) Cabe resaltar, que <b>este polímero debido a su alta resistencia a la degradación, es reciclable mediante un proceso</b></p> |

|                  |                                   |  |
|------------------|-----------------------------------|--|
|                  |                                   | <p><b>mecánico que consta solamente de altas temperaturas y un proceso de extrusión.</b> (Patagonia Chile, 2020) Por lo que se requeriría de un tiempo mucho menor, en comparación a su fabricación industrial.</p>  |
|                  | Impactos generados                | <p>Durante el proceso químico que conlleva a <b>la elaboración de nylon virgen, se generan ciertas emisiones de dióxido de carbono adicional a esto, la mezcla de los reactivos utilizados durante el proceso, se mantiene en el vaso de precipitado después de la reacción, por lo que se considera como la presencia de un vertimiento.</b> Esto según lo analizado en el material de (Universidad Miguel Hernández de Elche., 2019) En su elaboración a nivel industrial, los procesos requeridos tienen un mayor impacto en el ambiente debido a los procedimientos de inicio y cierre de cada una de las producciones. Siendo estos, <b>focos de contaminación a tener en cuenta:</b></p> <p>Energía: Los procesos requieren energía eléctrica y térmica, vapor y medios de transferencia térmica, así como agua fría para el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado en los procesos de hilado.</p> <p>Agua: Se necesitan grandes cantidades de esta para los procesos de refrigeración.</p> <p>Emisiones gaseosas: Las emisiones a la atmosfera por el nitrógeno utilizado en el secado de la poliamida y para la inertización del equipo.</p> <p>Residuos: Los recortes de poliamida 6 se suelen reciclar para la formulación. Solo una pequeña cantidad (sucia) se descarga en vertederos. (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL MARINO, 2009). Sin embargo, <b>durante su proceso de reciclaje, no se requiere de insumos químicos y además hay una disminución en las emisiones de dióxido de carbono de aproximadamente el 85%</b> además de ninguna presencia de residuos. (Patagonia Chile, 2020)</p> |
|                  | Requerimiento de insumos químicos | <p>La elaboración de nylon en laboratorio, evidentemente requiere de insumos de origen químico, haciendo uso de los siguientes reactivos: <b>Etanol (Para limpiar instrumentos) Ciclo hexano, Sosa al 20%, Hexametildiamina, Agua destilada y Cloruro de adipoilo.</b> (Universidad Miguel Hernández de Elche., 2019) <b>Para su reciclaje solo requiere de altas temperaturas, por lo que no requiere de ningún reactivo químico.</b> (Patagonia Chile, 2020)</p>   |
| <b>Económico</b> | Complejidad tecnológica           | <p><b>El nylon virgen, puede ser elaborado en un laboratorio si se tienen los reactivos químicos necesarios.</b> (Universidad Miguel Hernández de Elche.,</p>  |



|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | 2019) Sin embargo en lo concerniente a su <b>reciclaje, se requiere de maquinaria especializada en las fases de reciclaje de plástico como lo son molienda, peletizado, escamado pulverizado, aglutinado, separado por densidad y extrusión.</b> (Acoplasticos, 2017)  |
|  | Costo de obtención del material                             | El precio de nylon virgen se encuentra alrededor de los <b>US\$ 3,28 el kilogramo</b> (Alibaba, 2020)  |
|  | Eficiencia del material                                     | Módulo de Young: 2 (GPa) (Laza, 2014)<br><br>Resistencia a la rotura por alargamiento: 70% (San Metal S.A, 2014)<br><br>Rango de temperatura de trabajo: -40 a 90 °C (Dynam, 2014)<br><br>Resistencia a la tracción: $775 \frac{Kg}{cm^2}$ (Velez, 2002)<br><br>Conductividad térmica: $0.28 \frac{W}{K*m}$<br><br>Calor específico: $1700 \frac{J}{Kg*K}$<br><br>Densidad: $1150 \frac{Kg}{cm^3}$<br><br>(Erica Aislamiento - Estanqueidad, 2020) |
|  | Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial | A nivel de Colombia, existen varias empresas dedicadas al reciclaje de plásticos en general y <b>a nivel de nylon, existen alrededor de diez empresas diferentes en todo el territorio nacional, dedicadas a su reciclaje.</b> Esto según (Acoplasticos, 2017)   |

**Fuente:** (Autores 2020)

**Tabla 16 Análisis de desempeño para el caucho proveniente de diente de león**

| <b>Dimensión</b> | <b>Criterios</b>                 | <b>Justificación</b>   |
|------------------|----------------------------------|--|
| <b>Ecológico</b> | Tiempo de obtención del material | Debido a que el diente de león es una especie herbácea, (Accame, 2013) es posible cultivarlo en zonas no aptas para agricultura, además de reproducirse muy fácilmente y tener un tiempo de obtención bastante corto. Sin embargo, una buena producción de látex proveniente de diente de león, es posible solamente si se tienen ciertos requerimientos técnicos para el cultivo, entre los cuales se encuentra: La implementación de viveros tecnificados, donde se mide y controla la humedad de la tierra además de los niveles de PH en el suelo y el agua, |

|                  |                                   |   |
|------------------|-----------------------------------|---|
|                  |                                   | que debe tratarse mediante un sistema de filtración. A escalas más grandes, la recolección del diente de león requiere de maquinaria especializada para la recolección de semillas en la que aún se está trabajando. <b>Con todos estos requerimientos el cultivo de diente de león demora entre 6 y 8 meses en estar listo.</b> (Continental, 2016)  |
|                  | Impactos generados                | Durante la etapa de establecimiento del cultivo y proceso de obtención del caucho, <b>es posible decir que los impactos generados se resumen únicamente a vertimientos de agua con lodo y restos de diente de león, producto de la limpieza y separación que se hace de las hojas y la flor, con la raíz y el tallo, para la posterior extracción del látex.</b> Cabe aclarar que la flor, las hojas, la raíz y el tallo podrían ser aprovechados en consecuencia a las múltiples propiedades medicinales que posee el diente de león (Accame, 2012). <b>Sin embargo, existe gran dificultad para llevar esta posible labor a cabo, debido a las condiciones en las que estos resultan después del proceso de separación por medio de maquinaria. Esto según lo observado en el material de (Continental, 2016)</b> |
|                  | Requerimiento de insumos químicos | Con base en lo observado durante la <b>etapa de cultivo, y extracción del látex de diente de león, no se evidencia el uso de ningún tipo de insumo o reactivo químico.</b> El uso de estos, es posterior a la etapa de extracción del material y serían muy similares a los utilizados para la elaboración de neumáticos con caucho convencional. (Continental, 2016)   |
| <b>Económico</b> | Complejidad tecnológica           | <b>Los procesos asociados al cultivo y extracción del caucho, son de una enorme complejidad tecnológica. Dicha producción, requiere de maquinaria de extracción de semillas, maquinaria agrícola de siembra, una línea de separación y limpieza y una extrusora para calentar y terminar de preparar el material,</b> antes de la elaboración de las llantas. Esto según lo observado en el material de (Continental, 2016)   |
|                  | Costo de obtención del material   | Debido a que el uso de caucho proveniente de diente de león, forma parte de una iniciativa que es propiedad de la compañía de llantas continental (Continental, 2016), todavía no ha sido divulgado un estimado del costo que pudiera llegar a tener este caucho en el mercado, por lo que se requerirían de ciertas pruebas para determinar su costo con respecto a la posibilidad de implementarlo asociado a un sistema forestal, siendo esta la posibilidad más factible.   |
|                  | Eficiencia del material           | Debido a que <b>el uso de caucho proveniente de diente de león es propiedad de la compañía continental,</b> es difícil identificar las características técnicas de este material, sin embargo <b>es posible reconocer que estas guardan gran similitud con las del caucho</b>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p><b>proveniente del árbol hevea brasiliensis, esto según lo expresado en el material de (Continental, 2016) que afirma que las características del caucho de diente de león son muy similares en comparación a las del caucho natural convencional.</b> Con base en esto, es posible afirmar que, las características técnicas del caucho de diente de león, corresponden a magnitudes muy cercanas a las siguientes:</p> <p>Módulo de Young: 0,002 (GPa) (Laza, 2014)</p> <p>Resistencia a la rotura por alargamiento: 700% (plásticos, 2016).</p> <p>Rango de temperatura de trabajo: -20 a 80 °C (Mariano, 2011)</p> <p>Resistencia a la tracción: <math>300 \frac{Kg}{cm^2}</math> (LAC, 2012)</p> <p>Conductividad térmica: <math>0.13 \frac{W}{K*m}</math></p> <p>Calor específico: <math>1100 \frac{J}{Kg*K}</math></p> <p>Densidad: <math>910 \frac{Kg}{cm^3}</math></p> <p>(Erica Aislamiento - Estanqueidad, 2020)</p> |
|  | <p>Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial</p> | <p><b>El diente de león existe en Colombia como una de las especies herbáceas medicinales del territorio nacional.</b> (Ministerio de la Protección Social, 2008) Sin embargo, <b>su establecimiento bajo lineamientos agroindustriales, como fuente de materia prima para la elaboración de neumáticos, junto con los lineamientos tecnológicos y científicos que se requieren, solo se han generado por la empresa alemana Continental.</b> Esto según lo observado en el material de (Continental, 2016)</p>  |

**Fuente:** (Autores 2020)

A continuación, se procede a establecer los coeficientes de importancia relativa para cada parámetro a evaluar, esto con base en la relación que guardan los parámetros entre sí, tal como lo estipula la metodología de (Machado, 2005)

### **Ejemplo**

Para asignar los valores concernientes a los criterios de importancia relativa (CIR), se procede a hacer lo siguiente:

1. Se establece el valor nominal correspondiente a 1 en la segunda columna de izquierda a derecha.

- Se asigna un valor de 0, 0.5 y 1 a cada criterio establecido con base al nivel de importancia que tiene respecto al otro. Por ejemplo, al confrontar el criterio “Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial” con el criterio “Tiempo de obtención del material” se asigna el valor de 1, debido a la relevancia que toma el primero en relación con el segundo, al ser el determinante en consecuencia de que si no se tiene unidad de producción del material, el tiempo de obtención del mismo será considerablemente mayor.
- Posterior a la asignación de los puntajes, se establece la suma de sus valores correspondientes y se define el (CIR) a partir de los valores porcentuales que toma la suma de los puntajes totales de cada criterio.

**Tabla 17: Ejemplo de cómo establecer los coeficientes de importancia relativa.**

|   | Nominal | Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial | Tiempo de obtención del material | Suma | CIR % |
|---|---------|---|----------------------------------|------|-------|
| Tiempo de obtención del material                            | 1       | 1   |                                  | 1    | 40    |
| Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial | 1       |   | 0.5                              | 1.5  | 60    |
| Nominal   |         | 0   | 0                                | 0    | 0     |
| Total   |         |   |                                  | 2.5  | 100   |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

**Tabla 18 Coeficientes de importancia relativa (CIR).**

|                                  | Nominal | Necesidad de establecimiento o de cultivo o unidad industrial | Eficiencia del material | Costo de obtención del material | Complejidad tecnológica | Requerimiento de insumos químicos | Impactos generados | Tiempo de obtención del material | Suma | CIR |
|----------------------------------|---------|---|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------|------|-----|
| Tiempo de obtención del material | 1       | 1   | 0                       | 0.5                             | 1                       | 0                                 | 0                  |                                  | 3.5  | 13  |
| Impactos generados               | 1       | 1   | 0.5                     | 0                               | 1                       | 1                                 |                    | 1                                | 5.5  | 21  |

|   |   |     |     |     |     |     |   |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|
| Requerimiento de insumos químicos                           | 1 | 0.5 | 1   | 0.5 | 0   |     | 0 | 1   | 4   | 15  |
| Complejidad tecnológica                                     | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |     | 0.5 | 0 | 0   | 3   | 12  |
| Costo de obtención del material                             | 1 | 1   | 0.5 |     | 1   | 1   | 0 | 1   | 5.5 | 21  |
| Eficiencia del material                                     | 1 | 0   |     | 0   | 0   | 1   | 0 | 0   | 2   | 8   |
| Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial | 1 |     | 0   | 0.5 | 0.5 | 0   | 0 | 0.5 | 2.5 | 10  |
| <b>Nominal</b>  |   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   |
| <b>Total</b>  |   |     |     |     |     |     |   |     | 26  | 100 |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

En continuidad con lo anterior, se muestran los coeficientes de importancia relativa (CIR) en orden descendente, siendo costo de material e impactos generados los de mayor magnitud en comparación con los demás.

**Tabla 19: Criterios y sus (CIR)**

| <b>Criterio</b>                         | <b>CIR</b> |
|---|------------|
| Impactos generados                      | 21         |
| Costo de obtención del material         | 21         |
| Requerimiento de insumos químicos       | 15         |
| Tiempo de obtención del material        | 13         |
| Complejidad tecnológica                 | 12         |
| Necesidad de establecimiento de cultivo | 10         |
|   |            |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Eficiencia del material | 8 |
|-------------------------|---|

**Fuente:** (Autores 2020)

De manera posterior, se determinan los coeficientes de selección ambiental (CSA) para cada alternativa, respecto a cada criterio.

**Ejemplo**

Para asignar los valores concernientes a los criterios de importancia relativa (CSA), se procede a hacer lo siguiente:

1. Se establece el valor nominal correspondiente a 1 en la segunda columna de izquierda a derecha.
2. Se asigna un valor de 0, 5 y 10 a cada alternativa establecida referente a la superioridad que tenga respecto a la otra. Por ejemplo, al confrontar la alternativa “Termoplástico (Poliamida 6)” con la alternativa “Caucho de diente de león” se asigna el valor de 10 debido a la superioridad que toma la primera en relación a la segunda, respecto al criterio “tiempo de obtención del material” En este caso, es superior en consecuencia de que el tiempo de obtención de los termoplásticos es mucho menor en comparación al que se requiere, para obtener látex proveniente del caucho de diente de león.
3. Posterior a la asignación de los puntajes, se establece la suma de sus valores correspondientes y se define el (CSA) a partir de los valores porcentuales que toma la suma de los puntajes totales de cada criterio.

**Tabla 20: Ejemplo de cómo establecer los coeficientes de selección ambiental.**

|                             | Nominal | Termoplástico (Poliamida 6) | Caucho de diente de león | Suma | CSA |
|-----------------------------|---------|-----------------------------|--------------------------|------|-----|
| Caucho de diente de león    | 1       | 0                           |                          | 1    | 8   |
| Termoplástico (Poliamida 6) | 1       |                             | 10                       | 11   | 92  |
| Nominal                     |         | 0                           | 0                        | 0    | 0   |
| <b>Total</b>                |         |                             |                          | 12   | 100 |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

**Tabla 21 CSA para el tiempo de obtención del material**

|                                  |
|----------------------------------|
| Tiempo de obtención del material |
|----------------------------------|

|                                   | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasilienses | Suma      | CSA        |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| Caucho natural Hevea brasiliensis | 1       | 0                               | 0                        |                                   | 1         | 3          |
| Caucho de Diente de león          | 1       | 0                               |                          | 10                                | 11        | 33         |
| Termoplástico poliamida 6 nylon   | 1       |                                 | 10                       | 10                                | 21        | 64         |
| Nominal                           |         | 0                               | 0                        | 0                                 | 0         | 0          |
| <b>Total</b>                      |         |                                 |                          |                                   | <b>33</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

**Tabla 22 CSA para los impactos generados**

| Impactos generados                |         |                                 |                          |                                   |           |            |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
|                                   | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasilienses | Suma      | CSA        |
| Caucho natural Hevea brasiliensis | 1       | 0                               | 0                        |                                   | 1         | 3          |
| Caucho de Diente de león          | 1       | 0                               |                          | 10                                | 11        | 33         |
| Termoplástico poliamida 6 nylon   | 1       |                                 | 10                       | 10                                | 21        | 64         |
| Nominal                           |         | 0                               | 0                        | 0                                 | 0         | 0          |
| <b>Total</b>                      |         |                                 |                          |                                   | <b>33</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

**Tabla 23 CSA para los requerimientos de insumos químicos**

| Requerimiento de insumos químicos |         |                                 |                          |                                   |      |     |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------|-----|
|                                   | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasilienses | Suma | CSA |

|  |   |   |    |    |           |            |
|--|---|---|----|----|-----------|------------|
| <b>Caucho natural Hevea brasiliensis</b> | 1 | 0 | 5  |    | 6         | 18         |
| <b>Caucho de Diente de león</b>          | 1 | 0 |    | 5  | 6         | 18         |
| <b>Termoplástico poliamida 6 nylon</b>   | 1 |   | 10 | 10 | 21        | 64         |
| <b>Nominal</b>                           |   | 0 | 0  | 0  | 0         | 0          |
| <b>Total</b>                             |   |   |    |    | <b>33</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

**Tabla 24 CSA para la complejidad tecnológica**

| Complejidad tecnológica                  |         |                                 |                          |                                   |           |            |
|--|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
|  | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasiliensis | Suma      | CSA        |
| <b>Caucho natural Hevea brasiliensis</b> | 1       | 0                               | 10                       |                                   | 11        | 33         |
| <b>Caucho de Diente de león</b>          | 1       | 0                               |                          | 0                                 | 1         | 3          |
| <b>Termoplástico poliamida 6 nylon</b>   | 1       |                                 | 10                       | 10                                | 21        | 64         |
| <b>Nominal</b>                           |         | 0                               | 0                        | 0                                 | 0         | 0          |
| <b>Total</b>                             |         |                                 |                          |                                   | <b>33</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

**Tabla 25 CSA para el costo de obtención del material**

| Costo de obtención del material          |         |                                 |                          |                                   |      |     |
|--|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------|-----|
|  | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasiliensis | Suma | CSA |
| <b>Caucho natural Hevea brasiliensis</b> | 1       | 10                              | -                        |                                   | 11   | 84  |



|                                 |   |   |   |   |           |            |
|---------------------------------|---|---|---|---|-----------|------------|
| Caucho de Diente de león        | 1 | - |   | - | 1         | 8          |
| Termoplástico poliamida 6 nylon | 1 |   | - | 0 | 1         | 8          |
| Nominal                         |   | 0 | 0 | 0 | 0         | 0          |
| <b>Total</b>                    |   |   |   |   | <b>13</b> | <b>100</b> |

Fuente: Adaptación metodología de (machado 2005)

*Tabla 26 CSA para la eficiencia del material*

| Eficiencia del material           |         |                                 |                          |                                   |           |            |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
|                                   | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasiliensis | Suma      | CSA        |
| Caucho natural Hevea brasiliensis | 1       | 5                               | 5                        |                                   | 11        | 50         |
| Caucho de Diente de león          | 1       | 5                               |                          | 5                                 | 11        | 50         |
| Termoplástico poliamida 6 nylon   | 1       |                                 | 0                        | 0                                 | 0         | 0          |
| Nominal                           |         | 0                               | 0                        | 0                                 | 0         | 0          |
| <b>Total</b>                      |         |                                 |                          |                                   | <b>22</b> | <b>100</b> |

Fuente: Adaptación metodología de (machado 2005)

*Tabla 27 CSA para la necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial*

| Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial |         |                                 |                          |                                   |      |     |
|---|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------|-----|
|   | Nominal | Termoplástico poliamida 6 nylon | Caucho de Diente de león | Caucho natural Hevea brasiliensis | Suma | CSA |
| Caucho natural Hevea brasiliensis                           | 1       | 5                               | 10                       |                                   | 16   | 49  |
| Caucho de Diente de león                                    | 1       | 0                               |                          | 0                                 | 1    | 2   |
| Termoplástico poliamida 6 nylon                             | 1       |                                 | 10                       | 5                                 | 16   | 49  |

|              |  |   |   |   |           |            |
|--------------|--|---|---|---|-----------|------------|
| Nominal      |  | 0 | 0 | 0 | 0         | 0          |
| <b>Total</b> |  |   |   |   | <b>33</b> | <b>100</b> |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

Posteriormente, se determina el producto entre el coeficiente de importancia relativa (CIR) y el coeficiente de selección ambiental (CSA) para determinar la alternativa más óptima que será la que posea la mayor magnitud total.

*Tabla 28 Matriz final de coeficientes y selección de la alternativa*

| Criterio  | CIR | CSA                               |                          |                                   | CIR* CSA                          |                          |                                   |
|---|-----|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|   |     | Caucho natural Hevea brasilienses | Caucho de Diente de león | Termoplástico o poliamida 6 nylon | Caucho natural Hevea brasilienses | Caucho de Diente de león | Termoplástico o poliamida 6 nylon |
| Impactos generados  | 21  | 3                                 | 33                       | 64                                | 63                                | 693                      | 1344                              |
| Costo de obtención del material                             | 21  | 84                                | 8                        | 8                                 | 1746                              | 168                      | 168                               |
| Requerimiento de insumos químicos                           | 15  | 18                                | 18                       | 64                                | 270                               | 270                      | 960                               |
| Tiempo de obtención del material                            | 13  | 3                                 | 33                       | 64                                | 39                                | 429                      | 832                               |
| Complejidad tecnológica                                     | 12  | 33                                | 3                        | 64                                | 396                               | 36                       | 768                               |
| Necesidad de establecimiento de cultivo o unidad industrial | 10  | 49                                | 2                        | 49                                | 490                               | 20                       | 490                               |
| Eficiencia del material                                     | 8   | 50                                | 50                       | 0                                 | 400                               | 400                      | 0                                 |
| <b>Total</b>  |     |                                   |                          |                                   | <b>3404</b>                       | <b>2016</b>              | <b>4562</b>                       |

**Fuente:** Adaptación metodología de (machado 2005)

En la tabla número 24, se evidencia la matriz final, en la cual se estableció el producto entre el coeficiente de importancia relativa (CIR) y el coeficiente de selección ambiental (CSA), que se originan de un análisis de criterios, siendo confrontadas las diferentes alternativas propuestas entre sí, para determinar la más óptima en términos ecológicos y económicos, correspondiendo a la puntuación total más alta obtenida, para la poliamida 6 con un puntaje de (4562) seguida

del caucho natural con un puntaje de (3404). Por su parte la poliamida 6 obtuvo los mayores puntajes en los criterios de “impactos generados” y “tiempo de obtención del material”. Sin embargo, obtuvo el puntaje más bajo en el criterio “costo de obtención del material” junto con el caucho proveniente del diente de león.

#### *11.1.2. Análisis del resultado obtenido y consideraciones de la metodología.*

A partir de la metodología AMC propuesta por (Hajkowicz & Higgins. 2008) en adición al método de (Machado, 2005), se sintetizan los criterios establecidos y las alternativas confrontadas, seleccionando el material más óptimo para el modelo de negocio. El cual corresponde a los termoplásticos, más específicamente la poliamida 6 (nylon). Dicha alternativa, fue superior a las demás al momento de desarrollar esta metodología por las siguientes razones: Este material, se caracteriza principalmente por presentar ciertos factores físicos como lo son: “Elevada resistencia al choque y a la fatiga, buena resistencia al desgaste, a las bajas y altas temperaturas, a la rotura por flexión, y a la compresión” (San Metal S.A, 2014) Características que hacen de este material, una buena opción en términos técnicos para la elaboración de un neumático de bicicleta.

En cuanto al primer parámetro de mayor peso percibido en la metodología, correspondiente a impactos generados, es posible decir lo siguiente: A nivel de fabricación y producción, existe una ventaja enorme, esto puede constatarse desde los puntajes obtenidos, siendo estos: 63 para el caucho natural hevea brasiliensis, 693 para el caucho del diente de león y 1344 para el termoplástico poliamida 6. Esto es explicable desde la capacidad de recirculación que tienen los termoplásticos, para ser reciclados, lo que contribuye a establecer la fabricación de neumáticos desde la reincorporación del material en una economía circular, generando una enorme disminución de impactos, en términos de vertimientos y emisiones por uso de reactivos, empleados para la elaboración de nylon virgen en comparación con los otros materiales evaluados (Diente de león ruso y caucho del árbol hevea brasiliensis), ya que ecológicamente, presentan en sus etapas de obtención, producción y posconsumo una alta cantidad de impactos asociados al uso de agua, agricultura, emisiones, presencia de contaminantes y residuos voluminosos.

Para el segundo parámetro de igual peso al anterior correspondiente a precio de obtención, es percible en primera instancia una enorme desventaja, evidenciando los puntajes obtenidos que fueron de: 1746 para el caucho natural hevea brasiliensis, y de 168 para los termoplásticos y el caucho de diente de león. Esto cobra sentido, tomando en consideración el precio de la poliamida 6 en el mercado en estado virgen, que supera por bastante cantidad el precio que tiene el caucho convencional. A pesar de esto, esta desventaja puede compensarse, si se toma en consideración la presencia de unidades de producción o plantas de reciclaje de termoplásticos a nivel nacional. Según (Acoplásticos, 2017), existen alrededor de diez empresas dedicadas a la producción de nylon reciclado en el país. Lo que representaría una enorme ventaja en términos de este criterio si se toma en consideración que la poliamida 6 reciclada debe tener un costo más económico.

En cuanto al desarrollo metodológico, cabe resaltar que las razones por las cuales, los parámetros de impactos generados y costo de obtención, fueron considerados según la metodología y el criterio de los autores, como los de mayor relevancia para el modelo de negocio, se debe a su asociación, con la necesidad de establecer una producción sostenible, que desvincule la dificultad y los impactos ecológicos generados, al momento de aprovechar una llanta al final de su vida útil. Así mismo, se establece que existe la necesidad de definir un material accesible en el mercado convencional y a un precio de obtención óptimo para dar inicio con un modelo de negocio.

En lo referente a los demás criterios establecidos, es posible evidenciar una superioridad considerable de parte de la alternativa poliamida 6. Sin embargo, se percibe el puntaje más bajo de toda la tabla en el criterio de eficiencia del material con un 0, en comparación a las otras dos alternativas que obtuvieron un puntaje de 400. Esto se debe a las bajas magnitudes en cuanto a parámetros como rango de temperatura, resistencia a la tracción y módulo de young que tiene la poliamida en comparación a las otras dos alternativas. A su vez es destacable que las alternativas caucho natural hevea brasiliensis y caucho de diente de león tienen la misma magnitud, como consecuencia de que ambas tienen similares propiedades mecánicas si se toma en consideración, que las dos son fuentes de caucho natural. A pesar de esto, varios de los antecedentes encontrados han definido a la poliamida 6 como un buen material para la elaboración de neumáticos, como es el caso de (RIUFORT 2016) que establece la factibilidad de su aplicación en la fabricación de neumáticos para un vehículo renault twizy. o (Spriet 2003) que establece la posibilidad de instalar aletas de nylon para absorber la presión generada por la tensión de cizallamiento en neumáticos de camión. Por lo cual el presente criterio, no representa una limitante en términos de la selección del material según la metodología.

*9.2. Resultados objetivo específico 2: Estructurar el modelo de negocio verde para el material seleccionado, a través de herramientas de innovación en modelos de negocio.*

El presente lienzo canvas corresponde a la primera aproximación del modelo de negocio establecido, desde el desarrollo de los marcos e información plasmada hasta el momento en la estructura del proyecto y por ende, de esta monografía.

***Tabla 29: MODELO CANVAS INICIAL***

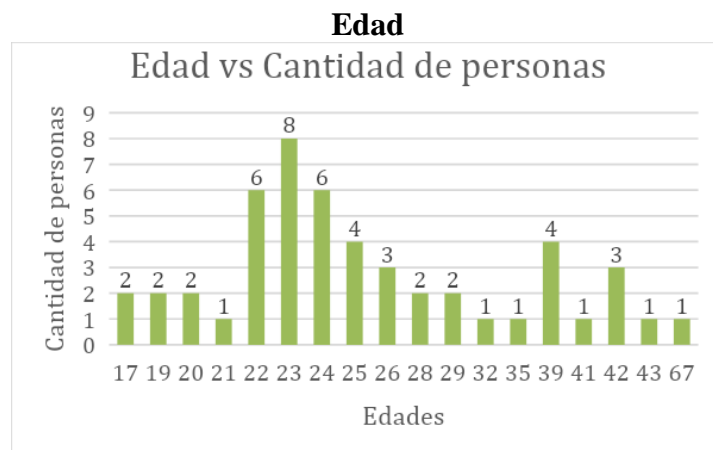
| Aliados Clave  | Actividades Clave:   | Propuesta de Valor  | Relación con el Cliente  | Segmentos de Clientes   |
|--|--|---|--|---|
| <p><b>Proveedores de material:</b><br/>Corresponden a las plantas de reciclaje y producción de termoplásticos que trabajen con poliamida 6, los cuales pueden ser consultados desde el directorio de la asociación gremial de acoplásticos.</p> <p><b>Comerciantes de bicicletas:</b> Mediante este actor se pretende comercializar los neumáticos sostenibles de bicicleta a partir del material propuesto, alcanzando la mayor cantidad de público posible en las zonas norte y centro de Bogotá.</p> <p><b>Productores de llantas:</b> Mediante los productores de llantas anti pinchazos se generará una alianza para el uso de la maquinaria especializada en la fabricación del neumático con el material seleccionado.</p> <p><b>Entidades:</b><br/>La secretaria distrital de ambiente y la secretaria distrital de movilidad como actores estatales que promueven el uso de la bicicleta. También se cuenta con la presencia de la Asociación Nacional de empresarios de Colombia. Como ente que propicia la libre empresa en Colombia.</p> | <p><b>Investigación preliminar:</b><br/>Indagación respecto al material adecuado para la fabricación del neumático en base a lineamientos técnicos de resistencia mecánica y viabilidad ecológica.</p> <p><b>Elaboración del producto:</b> Fabricar el neumático de bicicleta mediante las especificaciones de diseño del neumático anti pinchazos.</p> <p><b>Publicidad:</b><br/>Mediante medios digitales, y divulgación entre amigos y conocidos, se dará a conocer el neumático sostenible elaborado con poliamida 6.</p> <p><b>Búsqueda de proveedores:</b><br/>Determinar al proveedor del material seleccionado en estado virgen o reciclado.</p> | <p>Presentación de una alternativa sostenible al neumático convencional.</p> <p><b>Precio:</b> La alternativa presentada tendrá un valor más asequible que el convencional, debido a la composición del neumático que consta de un termoplástico reciclado.</p> <p><b>Novedad:</b> Presenta un cambio radical en cuanto al proceso productivo, el cual no comprende tantas problemáticas ambientales de emisiones y residuos, debido al uso de un solo material y la impresión 3D</p> <p><b>Calidad:</b> la alternativa presentada, contempla una calidad de producto similar a la convencional, a la vez una disminución de impactos en términos ecológicos.</p> | <p><b>Eventos:</b> Se procede a ofrecer el producto mediante el enfoque de presentación informativa que consiste en proporcionar explicaciones para que el consumidor conozca de los beneficios del producto. Esto en eventos relacionados con mercados verdes. (Deluys, 2017).</p> <p><b>Revistas corporativas:</b> es un canal de comunicación con empleados, clientes y proveedores, que además de informar genera vínculo con los públicos objetivos. Contiene hechos noticiosos y corporativos que apalancan la reputación de la empresa, lo que genera mayor credibilidad.</p> | <p><b>Nicho de mercado:</b><br/>Jóvenes con edades entre los 15 y 24 años de edad sin excluir a personas con edades comprendidas entre los 25 y los 35 años, que se encuentren o frecuentan la parte norte y central de Bogotá, por motivos de desplazamiento hacia sus lugares de estudio y trabajo.</p> |
|  | <p><b>Recursos Clave</b></p> <p><b>Recursos técnicos:</b><br/>Patente de diseño para la fabricación del neumático, maquinaria de extrusión para el reciclaje de termoplásticos.</p> <p><b>Recurso humano:</b> se necesita de personal para realizar todos los procesos comprendidos en el modelo de negocio como lo son la obtención del material, y producción.</p> <p>-Local</p>   |   | <p><b>Canales</b></p> <p><b>Directa e indirecta:</b><br/>Mediante Plataformas digitales.</p>   |   |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | -Equipos empleados para la impresión 3D<br><br>-Software empleado en la impresión 3D<br><br><b>Recurso económico:</b><br>Recursos propios. |  |  |  |
| <b>Estructura de Costes</b><br><br>-Costo de obtención del material<br>-Costo de arriendo y servicios del local<br>-Costo de producción del material<br>-Diseño del neumático sostenible anti pinchazos<br>-Personal: Talento humano requerido para cada una de las actividades comprendidas.<br>-Movilización: Forma de transporte requerida para llegar a las diferentes áreas que comprenden el proyecto. |  | <b>Estructura de Ingresos</b><br><br>-Venta del neumático: Se llevará a cabo la comercialización de este producto principalmente a las personas que requieran el cambio de los neumáticos y/o a los comerciantes de neumáticos para bicicletas. En donde se comprende el material alternativo. |  |  |

**Fuente:** (Autores 2020)

#### 9.2.4. Resultados de las encuestas realizadas

Las preguntas formuladas para la encuesta, fueron respondidas por un total de 50 personas que viven en la ciudad de Bogotá. Dichas preguntas obtuvieron los siguientes resultados finales:



*Figura 25: Edad vs cantidad de personas según encuesta*

**Fuente:** (Autores 2020)

En cuanto a los resultados referentes a la edad, es posible identificar que el mayor número de individuos se encuentra en edades comprendidas entre los 22 y los 26 años, siendo 27 personas, correspondientes al 54% de los entrevistados. Sin embargo, existe una cantidad considerable de individuos, en las edades comprendidas entre los 39 y 42 años, lo que modificará el rango de edad de la población objetivo.

### Localidad de residencia

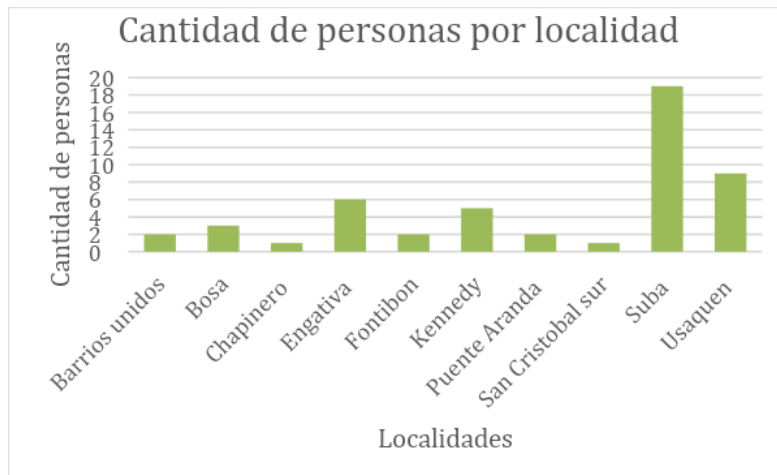


Figura 26: Cantidad de personas en relación a la localidad.

Fuente: (Autores 2020)

La parte concerniente a la localidad de residencia, denota que la mayor cantidad de encuestados residen al norte de Bogotá, en las localidades de Suba y Usaquén. Una cantidad que se explica como consecuencia de un mayor número de ciclovías, en la parte norte de la ciudad, respecto a otras zonas.

### 1 ¿Qué tan frecuentemente utiliza la bicicleta para desplazarse?

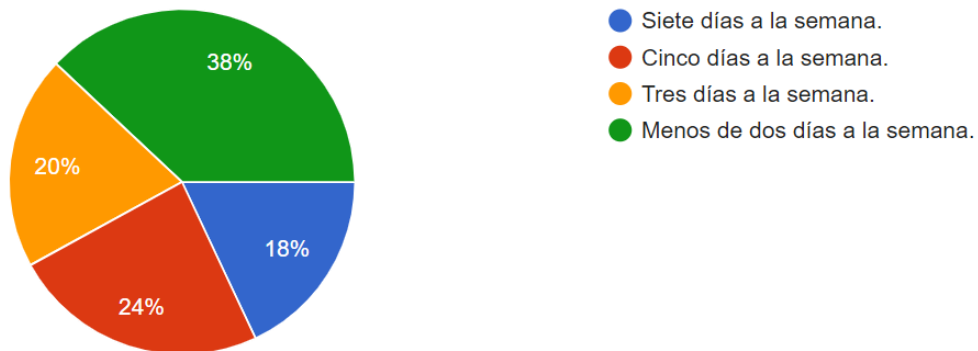


Figura 27: Resultados de la pregunta 1

Fuente: (Autores 2020)

Con respecto a la pregunta realizada, es posible establecer, que la opción de frecuencia en cuanto al uso de la bicicleta, más seleccionada en comparación a las demás opciones, corresponde a la opción “Menos de dos días a la semana.” Por lo tanto, se podría intuir que probablemente este porcentaje corresponde, a las personas que hacen deporte los fines de semana. También, es visible que las opciones correspondientes a mayores frecuencias, presentan un mayor porcentaje, al sumar estos valores. Según esto, es posible afirmar que el 62% de las personas encuestadas, hacen uso de la bicicleta entre tres y siete días a la semana, lo que supone un porcentaje considerable de individuos que utilizan la bicicleta como medio de transporte para dirigirse hacia sus lugares de trabajo y estudio.

## 2 ¿Acostumbra cambiar o hacer mantenimiento a las piezas de su bicicleta?

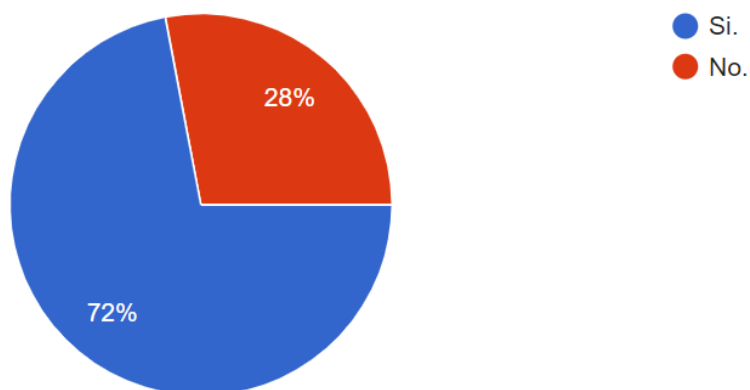


Figura 28: Resultados de la pregunta 2

Fuente: (Autores 2020)

Respecto a este apartado, es posible evidenciar que más de la mitad de los encuestados, acostumbra hacer mantenimiento a sus bicicletas, lo que denota una buena cantidad de individuos que requieren del mercado de las piezas para bicicleta.

## 3 Si su respuesta a la pregunta anterior fue sí. ¿Dónde suele adquirir las piezas para su bicicleta?

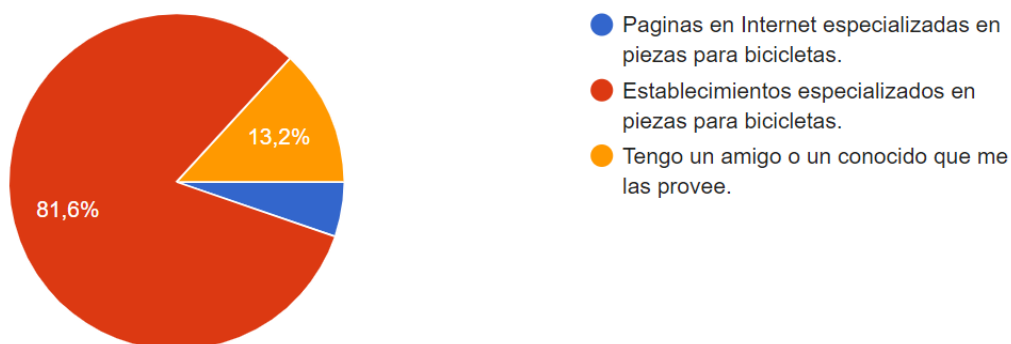


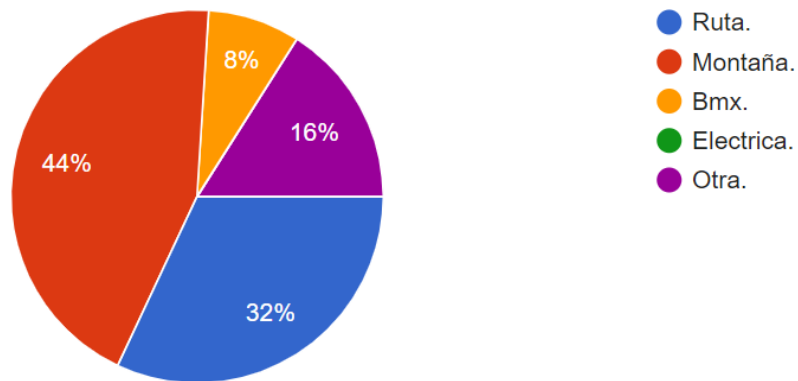
Figura 29: Resultados de la pregunta 3

Fuente: (Autores 2020)

Respecto a los resultados de la pregunta planteada, es posible establecer que los ciclistas encuestados, prefieren adquirir las piezas de bicicleta de manera presencial, a pesar de contar en la actualidad con la opción de compras, mediante plataformas digitales.

## 4 ¿Qué tipo de bicicleta utiliza?



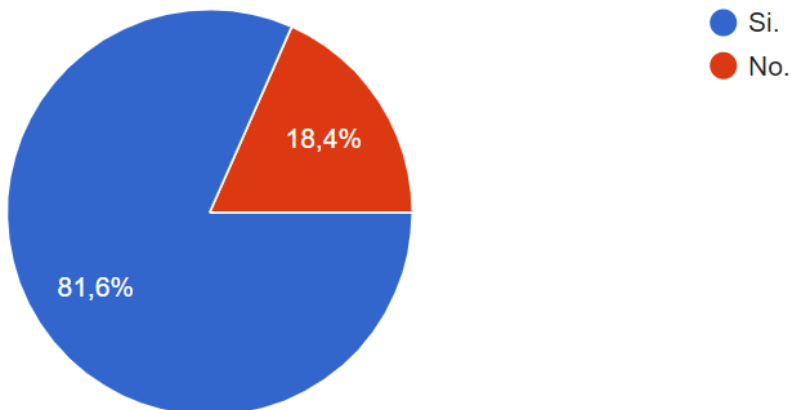


*Figura 30: Resultados de la pregunta 4*

**Fuente:** (Autores 2020)

Esta pregunta, evidencia los dos tipos de bicicleta más empleada, las cuales corresponden a la bicicleta de ruta y bicicleta de montaña. Por lo tanto, es posible afirmar que los neumáticos más demandados, corresponden a estos dos tipos.

#### 5 ¿Alguna vez ha cambiado los neumáticos de su bicicleta?

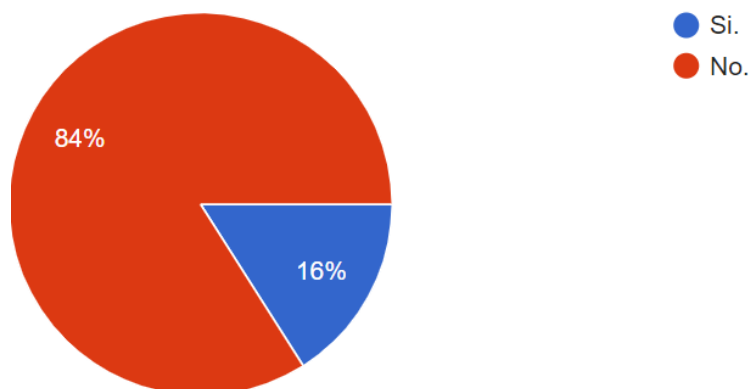


*Figura 31: Resultados de la pregunta 5*

**Fuente:** (Autores 2020)

Dichos porcentajes obtenidos, denotan a una gran mayoría de ciclistas que ha cambiado los neumáticos de sus bicicletas.

#### 6 ¿Sabe lo que es un neumático sostenible?

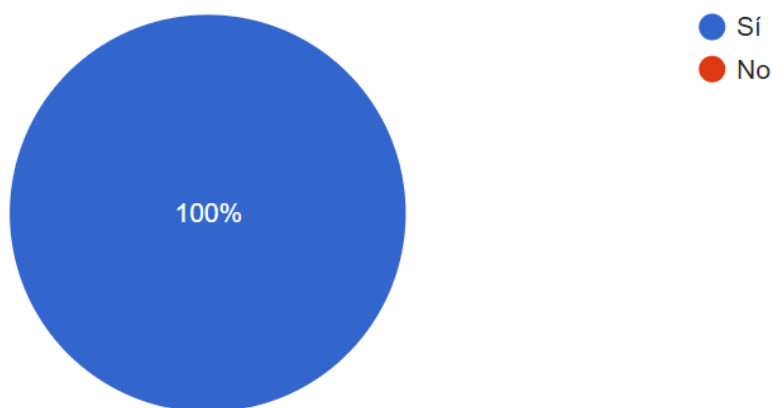


*Figura 32: Resultados de la pregunta 6*

**Fuente:** (Autores 2020)

El 84% correspondiente al NO, refleja a la gran mayoría de los ciclistas entrevistados, presentando un vacío de información o desconocimiento, a cerca de la fabricación de otros neumáticos de bicicleta, hechos de otro material que no sea caucho convencional.

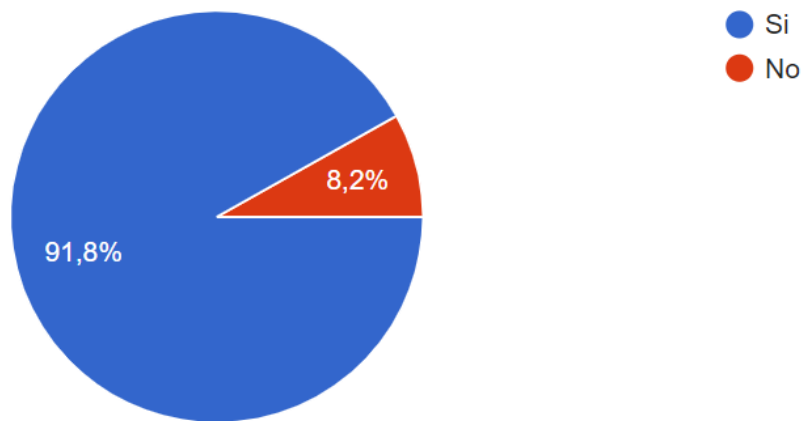
**7 ¿Encuentra atractiva la idea de un neumático sostenible para una bicicleta?**



*Figura 33: Resultados de la pregunta 7*

**Fuente:** (Autores 2020)

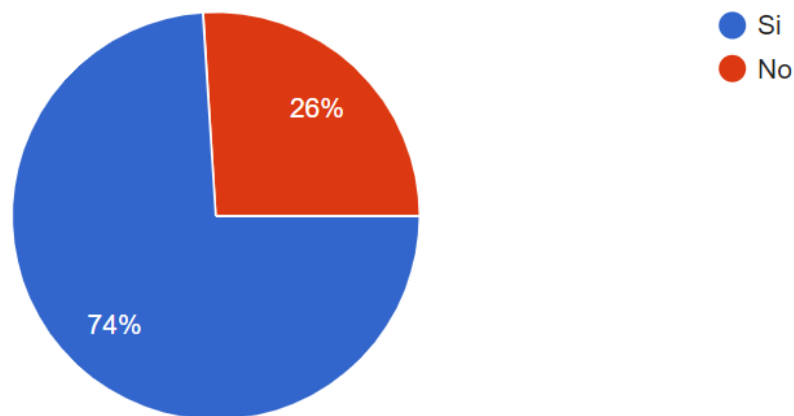
**8 ¿En caso de que su respuesta en la pregunta anterior sea sí? ¿Sería determinante para usted la presencia en el mercado de un neumático sostenible, en caso de querer comprar un neumático?**



**Fuente:** (Autores 2020)

*Figura 34: Resultados de la pregunta 8*

**9 En caso de querer adquirir una bicicleta ¿Sería determinante para usted la presencia de una bicicleta con neumáticos ecológicos en el mercado?**



**Fuente:** Autores

*Figura 35: Resultados de la pregunta 9*

Las tres últimas preguntas planteadas, permiten observar un alto grado de favorabilidad de parte de los encuestados en relación a la propuesta. También se evidencia que la forma de ofertar los neumáticos, más favorable para las personas encuestadas, es cuando se trata de adquirir el producto de forma independiente. A pesar de esto, se evidencia una alta aceptación a la pregunta 9 que hace referencia a la posibilidad de adquirirlos incorporados a la bicicleta, lo que resulta más sencillo para la implementación del neumático.

#### *9.2.1. Fuerzas del mercado*

En la parte concerniente a las cuestiones del mercado, es posible afirmar que existe una creciente tendencia de parte de los clientes, a la adquisición de productos, bienes y servicios enmarcados en los lineamientos de la economía verde. Esto, en consecuencia, de la conciencia colectiva,

generada por temas como la contaminación y el cambio climático. Así mismo, las empresas en su necesidad de satisfacer estas demandas, con el objetivo de seguir generando ventas e ingresos, han comenzado a buscar alternativas de producción sostenible, que les permitan establecerse en un mercado verde, siendo la más importante de todas, la economía circular, cuyo objetivo, corresponde a la reducción de residuos, mediante su recirculación a los procesos productivos a modo de materias primas. (Ecrowd, 2016)

Para la parte concerniente a los segmentos de mercado, se afirma que, respecto a la reciente tendencia de la población en general, en cuanto a alternativas de sostenibilidad y con base en las encuestas realizadas, es posible establecer que el segmento de mercado del presente modelo de negocio, corresponde a ciclistas que residen en las localidades de Suba y Usaquén, con edades comprendidas entre los 22 y los 42 años. Así mismo, se establece que en el mercado inherente de las bicicletas en general, los compradores no han establecido grandes demandas en relación al uso de materiales y a prácticas de fabricación sostenible. Sin embargo, se ha dado el surgimiento de iniciativas por parte de pequeños productores, para la fabricación de bicicletas con estos lineamientos, como es el caso de (Suarez, 2015) que produce marcos de bicicleta hechos con bambú. Por lo que es posible afirmar, que existen ofertas enmarcadas en la sostenibilidad, para el mercado de las bicicletas que podrían generar gran interés con el tiempo. Adicional a esto, se establece que con base en estas iniciativas, la presente idea de negocio cobraría más fuerza, debido a que corresponde, a un neumático sostenible, cuyo material, tiene gran capacidad, para ser recirculado a lo largo de su ciclo de vida, reduciendo en comparación, los residuos que ocasiona un neumático convencional.

Es importante recalcar que en el segmento de clientes, no solamente se percibe a la ciudad de Bogotá como opción para la búsqueda de compradores. También se busca abordar un público extranjero (Norteamérica y Europa), en consecuencia, a las fuerzas asociadas a la conciencia ambiental colectiva y uso de la bicicleta que rigen en estas zonas del mundo con mayor intensidad, en comparación a la capital de Colombia.

## *9.2.2. Análisis del entorno*

### *9.2.2.1. Fuerzas de la industria*

En lo referente a la ciudad de Bogotá, es posible identificar un número importante de competidores, dedicados a la venta, comercialización de neumáticos y otras piezas para bicicleta en la ciudad. Sin embargo, se hace mención de 16 diferentes competidores propios de la capital y comerciantes de piezas para bicicleta a nivel nacional. Según (Mundobici, 2020) una de las comunidades de ciclismo más grandes del país, corresponden a empresas de pequeños y medianos emprendedores, que se mueven en el comercio de neumáticos además de otros productos. Estos son: Tour & Nativa Bicicletas, Bike Zone, Todo en Bicicletas, Ciclo Rima, russy, bike performance, cicla bici, Bicicletas Raúl Mesa, Bicicletas Guairo, JF la montaña, Bikes plus, LatamBikes, Bicicletas Galli, CICLOORBE, drone Bucaramanga, La cleta, Pedalea Bike Shop, Lenabikes, Cycling Life entre muchísimas otras. Cabe resaltar que dentro de los emprendimientos mencionados, solo fue posible encontrar uno que hiciera mención del uso de un material reciclado para la elaboración del neumático, así como también solo se evidencio un solo vendedor que comercializara ruedas anti- pinchazos siendo Drone Bucaramanga y SPECIALIZED 96 BOGOTA respectivamente.

En lo concerniente a los productos sustitutos, existen diferentes tipos de neumáticos de bicicleta, respecto a distintas categorías, como lo son: El tipo de rueda, que agrupa clasificaciones como bmx, ruta y montaña. El ancho, que en el caso de los neumáticos para ruta es de 15, 17 y 20

milímetros. O el perfil, que puede ser tubular, clincher o tubeless. (Bike exchange. , 2018) Estas y otras clasificaciones particulares, son alusivas a una serie de especificaciones a nivel deportivo, según la actividad, el gusto y las necesidades de cada ciclista. Por otro lado, se puede encontrar en el mercado el neumático anti pinchazos (tannus) el cual, se encuentra fabricado con una resina sintética de espuma. (BikeZona, 2018) Respecto a la parte de los proveedores y otros actores de la cadena de valor, se comprenden las empresas dedicadas al reciclaje del nylon (poliamida 6) (Acoplasticos 2017) como las encargadas de proveer el material para la fabricación. En lo que respecta a los inversores, es posible destacar la participación del Sena a partir del fondo emprender, mediante el cual, se otorgaran unos recursos económicos significativos y un apoyo técnico importante para ejecutar el proyecto de la mejor manera.

#### *9.2.2.3 Tendencias del mercado.*

En lo que respecta a tendencias sociales y culturales, se evidencian ciertas preferencias favorables por parte de la población a nivel general, en lo concerniente a alternativas de sostenibilidad. Esto termina de confirmarse según los resultados de las encuestas realizadas, cuya respuesta a la pregunta “¿Encuentra atractiva la idea de un neumático sostenible para una bicicleta?” tuvo una respuesta positiva por parte de todos los encuestados. Otra tendencia a nivel social, que también resulta favorable para la idea de negocio, es alusiva al uso de la bicicleta en la ciudad de Bogotá, donde se destaca el aumento de ciclistas en la capital en los últimos años, por motivos como: Ahorro de dinero, comodidad y tiempo de desplazamiento, (Alcaldía de Bogota, 2020) lo que posibilita la necesidad de adquirir neumáticos por parte de los bicisuarios. La parte concerniente a las tendencias tecnológicas, posee cierta limitación, en consecuencia a la tecnología requerida para la elaboración del neumático, puesto que la mas adecuada para su fabricación, respecto al material seleccionado, corresponde a la del neumático antipinchazos (Tannus) y aunque dicha llanta se encuentra a la venta en el mercado Colombiano, no se han encontrado indicios de que esta sea fabricada tambien en el pais, por lo que es posible que esta tecnologia no se encuentre todavía a nivel nacional. Sin embargo, es posible enfocar la fabricación, con base en los procesos de reciclaje del nylon y a procesos de fabricación convencionales, como el expuesto por (Casiopea, 2020) analizando la forma de integrarlos con base en la idea de un neumático antipinchazos.

#### *9.2.2.4. Fuerzas macroeconómicas*

En términos generales, el mercado asociado a los neumáticos y piezas de bicicleta se encuentra en crecimiento. A nivel nacional, se destacan los datos arrojados por el sector de bicicletas de Fenalco, que según información estadística afirma, que ha existido un aumento del 30% en la venta de artículos para bicicleta, impulsado por factores como campañas publicitarias, facilidad en la movilidad y aumento en la conciencia ambiental. (Revista Dinero, 2018) Así mismo, según (EUROSPORT, 2020), debido a la incertidumbre por la pandemia del coronavirus, se esta dando un aumento sin precedentes en la venta y uso de la bicicleta.

Para la parte referente a la infraestructura económica, es destacable la presencia de una gran cantidad de empresas dedicadas al reciclaje del nylon a nivel nacional. (Acoplasticos 2017) Por lo que es posible denotar, una existencia considerable de las diversas formas requeridas para la recirculación del material. En lo concerniente a los mercados de capital, y a los medios económicos, existen varias posibilidades de acceso a fondos. Entre las más importantes, se encuentra el fondo emprender, ofertado mediante una convocatoria por parte del SENA, las convocatorias para el fomento de la innovación y la investigación por parte de COLCIENCIAS, o la red de empresas y organizaciones CONNECT BOGOTÁ, cuyo propósito se basa en el trabajo conjunto para transformar a la ciudad de Bogotá, en líder de innovación, ciencia y tecnología.

Por otro lado es importante mencionar que tanto el perfil del cliente, como la propuesta de valor, se llevó a cabo en la herramienta colaborativa Stormboard, y debido a la dificultad que presenta a la hora de visualizar estos apartados se optó por hacer una ampliación de los temas, a continuación:

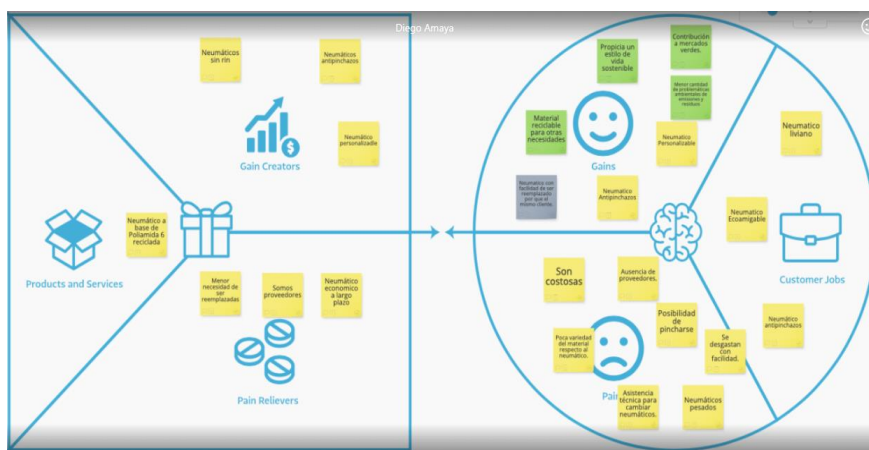
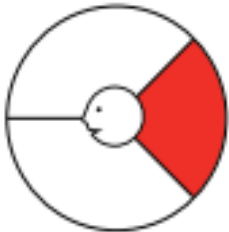



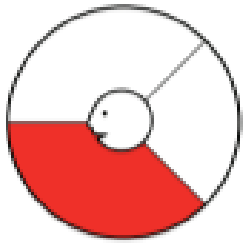
Figura 36: Perfil del cliente

Fuente: Autores

En lo referente al contenido para el perfil del cliente y la propuesta de valor, es importante mencionar que en una primera instancia se buscaron los trabajos, a partir de estas herramientas, en donde posteriormente se clasifican los más importantes, una vez establecidos los trabajos más relevantes, es decir lo que los clientes necesitan, quieren o desean resolver en su trabajo y su vida, se opta por buscar las alegrías y frustraciones más esenciales para el cliente de igual manera teniendo este apartado ya culminado, se diligencia la segunda parte, concerniente a la propuesta de valor, que basada en el perfil del cliente, establece los productos y servicios, los creadores de alegrías y finalmente los aliviadores de frustraciones.




Tabla 30: Contenido del lienzo para el perfil del cliente.

|  |  |
|--|--|
| <p>1) Trabajos del cliente</p>  | <p>Buscar un estilo de vida sostenible.</p> <p>Hacer deporte.</p> <p>Ir a su trabajo o a su universidad.</p>     |
| <p>2) Alegrías del cliente</p>  | <p>Facilidad para reemplazar sus neumáticos.</p> <p>No pincharse.</p> <p>Tener un estilo de vida sostenible.</p> |

|   |  |
|---|--|
| <p>3) Frustraciones del cliente</p>  | <p>Desgaste en los neumáticos.</p> <p>Neumáticos que se pinchan.</p> <p>Uso de neumáticos fabricados sin lineamientos de sostenibilidad.</p> |
|---|--|

Fuente: Autores

*Tabla 31 Contenido del lienzo de la propuesta de valor*

|  |  |
|--|--|
| <p>1) Productos y servicios</p>          | <p>Neumático a base de poliamida 6 reciclada.</p>                                      |
| <p>2) Creadores de alegrías</p>         | <p>Evitar pinchazos.</p> <p>Acercar a un estilo de vida más sostenible.</p>            |
| <p>3) Aliviadores de frustraciones</p>  | <p>Neumáticos antipinchazos.</p> <p>Neumáticos fabricados con material reciclable.</p> |

Fuente: Autores

### 9.2.2.5. Propuesta de valor

“**Nuestros** neumáticos reciclados a base de poliamida 6 ayudan a ciclistas de Colombia y el mundo que buscan un estilo de vida sustentable. **Que quieren** un neumático ecoamigable, para disminuir su huella de carbono y evitar la frustración de quedarse varados en el camino mediante un neumático antipinchazos, fácil de cambiar y personalizable. **A diferencia** del neumático convencional.”

**Tabla 32: MODELO CANVAS FINAL**

| Aliados Clave  | Actividades Clave   | Propuesta de Valor  | Relación con el Cliente   | Segmentos de Clientes  |
|--|---|---|---|--|
| <p><b>Proveedores de material:</b><br/>Corresponden a las plantas de reciclaje y producción de termoplásticos que trabajen con poliamida 6. En la ciudad de Bogotá, como lo son: Alfaler S.A.S, ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A, PLÁSTICOS Y METALES RECICLABLES LTDA. Entre otros.</p> <p><b>Comerciantes de bicicletas:</b> Mediante este actor se pretende comercializar los neumáticos sostenibles de bicicleta, a partir del material propuesto, alcanzando la mayor cantidad de público posible en las zonas norte y centro de Bogotá. Esto mediante una alianza, con la tienda especializada en piezas de bicicleta, Nitro Bikes.</p> <p><b>Diseñador</b><br/>Debido a que no existe en Colombia el componente técnico para la fabricación de llantas Air free, se</p> | <p><b>Investigación preliminar:</b><br/>Indagación respecto al material adecuado para la fabricación del neumático en base a lineamientos técnicos de resistencia mecánica y viabilidad ecológica.</p> <p><b>Búsqueda de proveedores:</b><br/>Determinar al proveedor del material seleccionado.</p> <p><b>Obtención y procesamiento del material.</b> Indagar sobre la posibilidad de convertir la poliamida 6 reciclada en filamento para impresoras 3D, permitiendo la fabricación del neumático</p> <p><b>Elaboración del producto:</b> Fabricar el neumático de bicicleta, mediante las especificaciones de diseño del producto Air free, junto con lineamientos</p> | <p>Presentación de una alternativa sostenible al neumático convencional. Siendo esta un neumático a base de poliamida 6 reciclada, anti pinchazos, personalizable respecto a su color y en el diseño de impresión.</p> <p><b>Novedad:</b> Presenta un cambio radical en cuanto al proceso productivo, el cual genera menor cantidad de problemáticas ambientales de emisiones y residuos. Además de basarse en el diseño de un neumático anti pinchazos, cuenta con una facilidad de personalización respecto al color.</p> <p><b>Calidad:</b> la alternativa presentada, contempla una calidad de producto cercana a la convencional, por lo que puede competir en el mercado de neumáticos para bicicletas.</p> | <p><b>Asistencia personal exclusiva:</b> se procede a ofrecer el producto mediante el enfoque de presentación informativa que consiste en proporcionar explicaciones para que el consumidor conozca de los beneficios del producto, haciendo acompañamiento hasta la personalización y entrega. (Deluys, 2017)</p> <p><b>Comunidades:</b><br/>En el tercer acercamiento, se busca ofertar el producto directamente hacia los ciclistas, y ofrecerlo en tiendas dedicadas al comercio de piezas de bicicleta para su venta. Se contempla la posibilidad de exportar estos neumáticos a países Europeos, bajo este mismo tipo de relación</p> | <p><b>Nicho de mercado:</b><br/>Se determina que debe establecerse como población objetivo, a los ciclistas con edades entre los 22 y 42 años ubicándose o frecuentando la parte norte y central de Bogotá, más específicamente, las localidades de Suba y Usaquén, que por motivos de desplazamiento hacia sus lugares de estudio y/o trabajo, al igual que por motivos de deporte o recreación, requieran hacer uso de una bicicleta</p> |



|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| <p>establece la necesidad de fabricar el neumático, bajo la asesoría de un diseñador industrial, que tenga conocimiento en el manejo de los termoplásticos como material de fabricación.</p> <p><b>Entidades:</b><br/>La secretaria distrital de ambiente y la secretaria distrital de movilidad como actores estatales que promueven el uso de la bicicleta. También se cuenta con la presencia de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. Como ente que propicia la libre empresa en Colombia.</p> | <p>técnicos en diseño industrial estipulados para la impresión 3D</p> <p><b>Publicidad:</b> A través de medios digitales, y divulgación entre amigos y conocidos, se dará a conocer el neumático sostenible elaborado con poliamida 6.</p> <p><b>Obtención de capital:</b> Búsqueda de recursos en el fondo emprender u otras entidades de financiación.</p> <p><b>Búsqueda de proveedores:</b><br/>Determinar al proveedor de la poliamida 6 reciclada.</p>  |  |  |  |
|   | <p><b>Recursos Clave</b></p> <p><b>Recursos técnicos:</b><br/>Patente de diseño para la fabricación del neumático, maquinaria de extrusión para el reciclaje de termoplásticos.</p> <p><b>Recurso humano:</b><br/>Se requiere de personal directo e indirecto:</p> <p>Se requiere un ingeniero ambiental presente en el proceso productivo, para intervenir constantemente en el mismo, logrando que sea menos nocivos ambientalmente.</p> <p>Se requiere de un diseñador industrial, que aporte a las características y al diseño del neumático.</p> |  | <p><b>Canales</b></p> <p><b>Indirecto</b><br/>Mediante alianzas estratégicas con tiendas de socios dedicadas a la comercialización de piezas de bicicleta, en la ciudad de Bogotá comprendiendo las empresas: Nitro Bikes, bike houses, bike house 127, entre otras.</p> |  |

| Estructura de Costes  | Estructura de Ingresos  |
|---|---|
| <p>-Costo de obtención de la materia prima poliamida 6 virgen y reciclada.</p> <p>-Impuestos por las diversas obligaciones tributarias (Impuesto de Renta, Impuesto al Valor Agregado (IVA), Retención en la Fuente, ICA, Impuesto al Patrimonio, Gravamen a los Movimientos Financieros)</p> <p>-Costo de producción del neumático antipinchazos a base de la poliamida 6.</p> <p>-Publicidad, para captar la mayor cantidad de público objetivo establecido, mediante diversas formas de comunicación.</p> <p>- Investigación</p> <p>-Alquiler de maquinaria especializada y contratación de operarios respectivos</p> <p>-Sueldo personal: 2 ingenieros ambientales y 1 diseñador industrial.</p> <p>-Movilización: Forma de transporte requerida para llegar a las diferentes áreas que comprenden el proyecto, como lo son: Puntos de alquiler de maquinaria, puntos de suministro de material y puntos de venta del producto.</p> | <p>-Venta del neumático: Se llevará a cabo la comercialización de este producto, principalmente a las personas que requieran el cambio de los neumáticos y/o a los comerciantes de neumáticos, para bicicletas ubicados en la ciudad de Bogotá.</p> |

**Fuente:** (Autores 2020)

*9.2.3. Consideraciones más relevantes del canvas y el análisis del entorno.*

Dentro de las consideraciones realizadas, para estructurar el CANVAS final y el análisis del entorno de negocio, es posible establecer que la ciudad de Bogotá, presenta un gran potencial en lo que al mercado de las bicicletas y sus componentes se refiere. Esto, debido a que el ciclismo ha tomado cada vez más relevancia como práctica deportiva, y sobre todo como medio de transporte para los habitantes de la capital. Así mismo, se puede evidenciar la reciente preferencia por parte de las personas en general, a la adquisición de productos y servicios con estándares sostenibles, demarcando una tendencia hacia la economía verde. Por otra parte, un componente importante a denotar, consiste en uno de los resultados que arrojaron las encuestas realizadas, respecto a la modalidad de adquisición de las piezas para bicicleta, evidenciando como resultado, una mayor inclinación de parte de los ciclistas, para adquirir y cambiar las piezas de su bicicleta en puntos y establecimientos especializados en Bogotá. Lo que lleva a establecer un pilar fundamental respecto a la venta. Siendo este, la conformación de alianzas clave con las tiendas existentes en Bogotá, que se dedican al comercio de bicicletas, lo que permitirá ofertar mejor el producto después de que este sea validado, en su fase de producto mínimo viable.

A nivel de la fabricación y consolidación del producto, es posible destacar, que al no tener el componente técnico en cuanto a maquinaria de elaboración de neumáticos anti pinchazos, se transforma en algo necesario, el recurrir a un diseñador industrial, que cuente con conocimientos de fabricación con base en la impresión 3D y el manejo de poliamida 6 reciclada. Esto, con el objetivo de establecer el diseño del neumático, con el material seleccionado, y las características técnicas del neumático Airfree de marca Tannus. Adicional a esto, se requiere establecer un método para la transformación de la poliamida 6 reciclada, en filamento especial para la

impresión 3D. De esta manera es altamente probable que el proceso de fabricación con este método sea mucho menos costoso.

Finalizando, se contempla el modo de financiación para el modelo de negocio, el cual se establece desde la búsqueda de recursos en organizaciones, tales como: Colciencias y el Fondo Emprender por parte del SENA.

**9.3. Resultados objetivo específico 3:** Elaborar un prototipo de neumático con el material seleccionado a través de impresión 3D.

Posterior a la selección del material concerniente a las actividades del objetivo específico 1, y la definición y estructuración del modelo de negocio, referente a las actividades ejecutadas en el objetivo específico 2. Se dispone a establecer como primera actividad, una revisión bibliográfica del proceso productivo, uso y reciclaje del material seleccionado, correspondiente al termoplástico poliamida 6 (nylon).

**9.3.1. Revisión bibliográfica del proceso productivo uso y reciclaje de la poliamida 6 (nylon)**

En los siguientes apartados, se describirán las tres fases principales asociadas al nylon, que corresponden a fabricación, uso y recirculación.

**9.3.1.1. Proceso industrial para la fabricación, de la poliamida 6**

La fabricación industrial de la poliamida 6, consta de varios subprocesos consecutivos, que se desglosan a modo de reactores químicos. Cabe resaltar que en términos generales, es observable que todo el proceso de fabricación, se compone de dos líneas de reactores, culminando con la formación de nylon y otros subproductos en el reactor 5.

**9.3.1.1.1. Línea de reactores 1 para la fabricación de la poliamida 6**

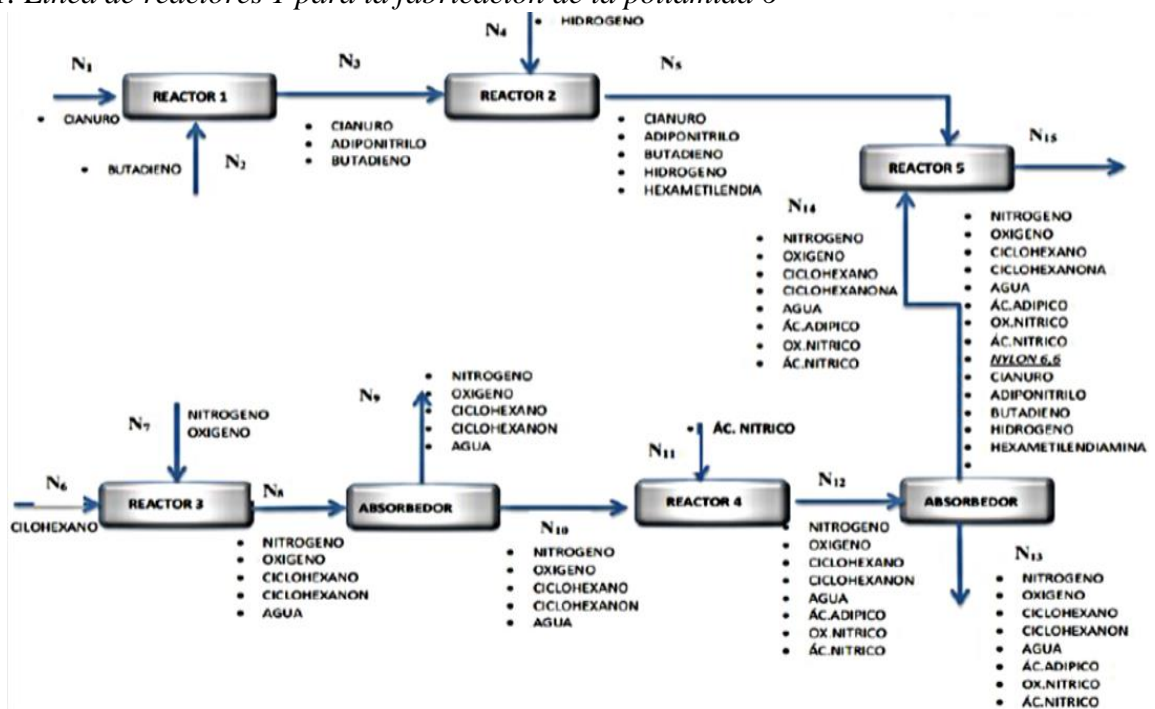
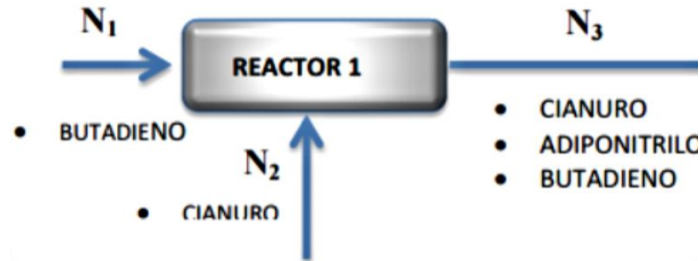


Figura 38: Diagrama de reactores químicos para la fabricación de poliamida 6

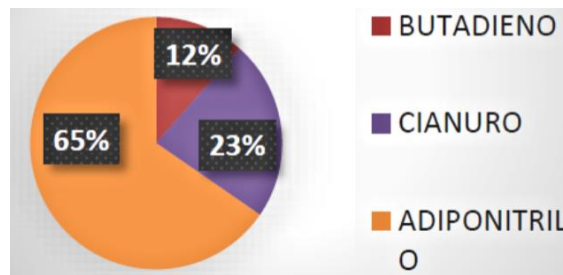
Fuente: (Tautiva 2016)

A continuación, se describirá cada una de las reacciones químicas que se presenta en cada reactor, con sus respectivas figuras.



Fuente: (Tautiva, 2016)

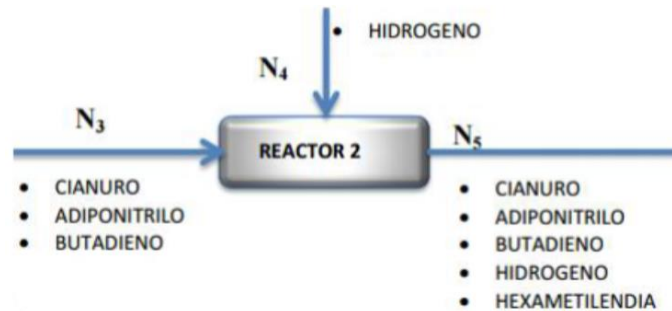
Figura 39: Reacción química del reactor 1



Fuente: (Tautiva, 2016)

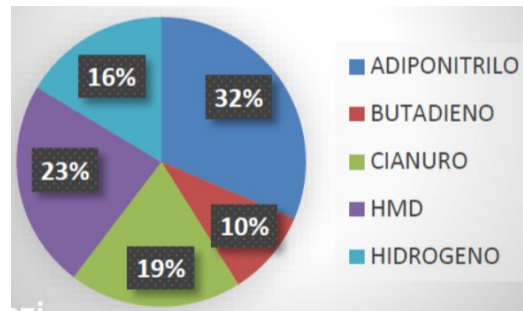
Figura 40: Proporciones en la producción del reactor 1

Para la parte concerniente al primer reactor, se percibe la reacción química entre el butadieno y el cianuro, generando como producto el adiponitrilo. Adicional a esto, se presencian también unas cantidades considerables de los primeros dos reactivos, los cuales no reaccionaron, por lo que el producto final de este primer reactor, consiste en 65% de adiponitrilo, el cual fue el producto final de la reacción, y un 35% de reactivos, referentes a 12% de butadieno y 23% de cianuro, que no reaccionaron.



Fuente: (Tautiva, 2016)

Figura 41: Reacción química del reactor 2

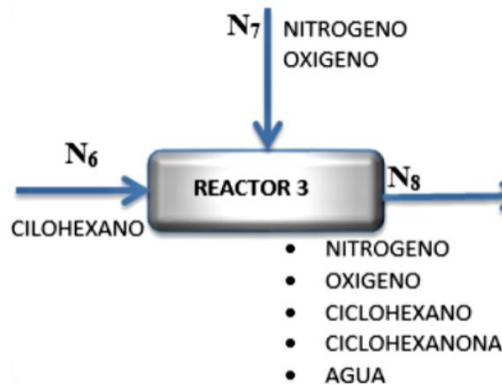


Fuente: (Tautiva, 2016)

Figura 42: Proporciones en la reacción del reactor 2

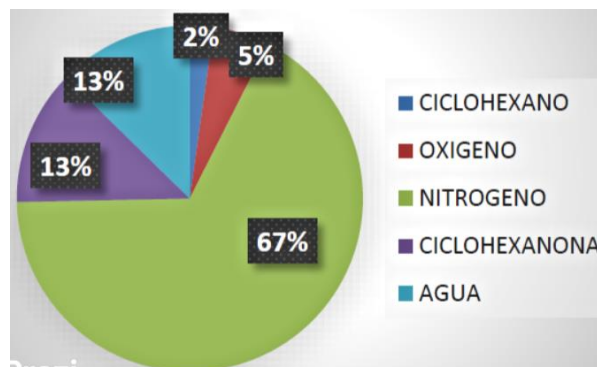
Para la parte concerniente al segundo reactor, se percibe la reacción química de hidrogenación del adiponitrilo, generando como producto la hexametildiamina. Así mismo, es visible la presencia de los subproductos generados en el reactor número 1, correspondientes a adiponitrilo, butadieno y cianuro, sin olvidar una cierta cantidad considerable de hidrogeno, la cual no reacciona. Por ende, existe un 77% correspondiente a subproductos, siendo estos un 16% de hidrogeno, un 32% adiponitrilo un 10% de butadieno y un 19% de cianuro.

9.3.1.1.2. Línea de reactores 2 para la fabricación de la poliamida 6



Fuente: (Tautiva, 2016)

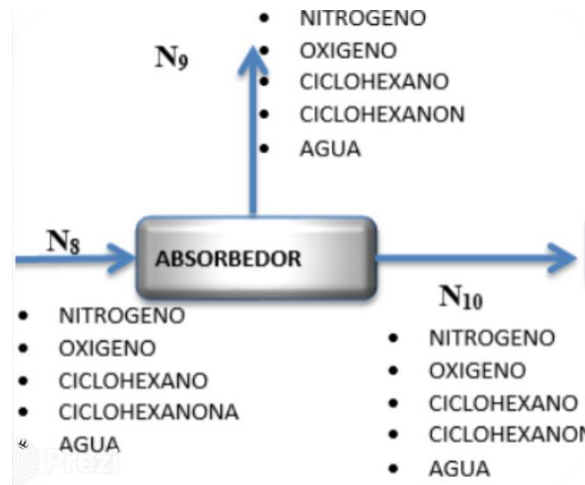
Figura 43: Reacción química del reactor 3



Fuente: (Tautiva, 2016)

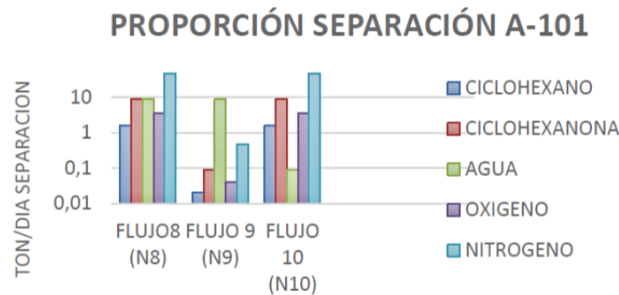
Figura 44: Proporciones en la reacción del reactor 3

Para la parte concerniente al tercer reactor, se observa el ingreso de nitrógeno, oxígeno y ciclo hexano como reactivos, generando como productos ciclohexanona y agua. Cabe resaltar que existe un 74% de los reactivos utilizados que no reaccionaron, de los cuales: 67% corresponde a nitrógeno, 5% corresponde a oxígeno y 2% corresponde a ciclo hexano.



Fuente: (Tautiva, 2016)

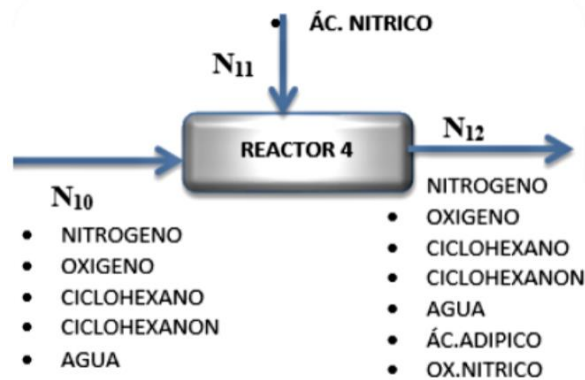
Figura 45: Reacción química del absorbedor 1



Fuente: (Tautiva, 2016)

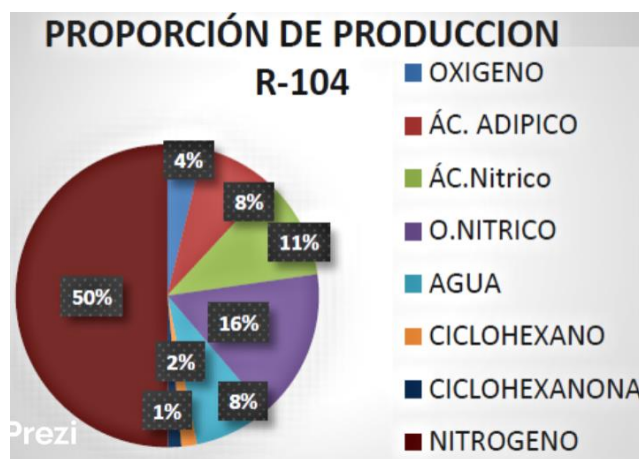
Figura 46: Proporciones en la reacción del absorbedor 1

En la parte referente al absorbedor 1, se percibe el ingreso de los subproductos generados por el reactor 3, los cuales fueron retirados en cierta proporción, en un primer flujo de salida denominado como N9. En el producto de este procedimiento, se contempla proporciones muy similares al flujo de ingreso N8, con respecto al flujo final de salida N10, en las cantidades existentes de nitrógeno, oxígeno, ciclohexanona y ciclo hexano, además de una cantidad menor de agua en comparación.



**Fuente:** (Tautiva, 2016)

*Figura 47: Reacción química del reactor 4*

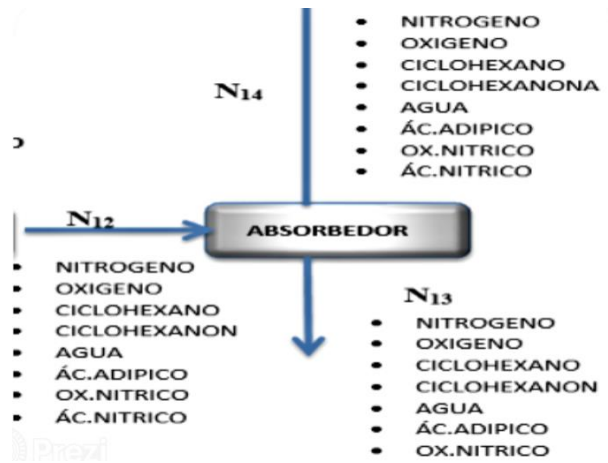


**Fuente:** (Tautiva, 2016)

*Figura 48: Proporciones en la reacción del reactor 4*

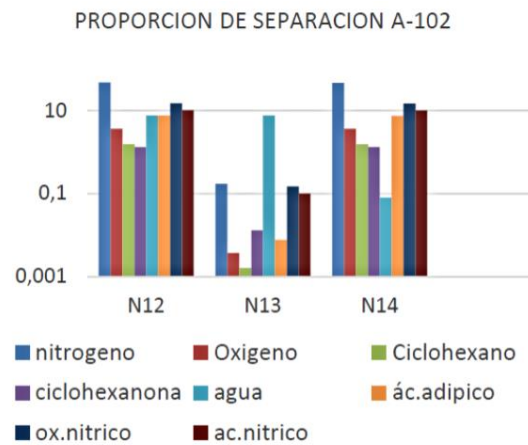
Para la parte concerniente al reactor 4, se evidencia el ingreso de nitrógeno, oxígeno, ciclohexano, ciclohexanona y agua que perduro del proceso asociado al absorbedor 1. Así mismo, se percibe el ingreso de ácido nítrico al reactor, generando como productos el ácido adípico y óxido nítrico.

Cabe resaltar la existencia del 76% de reactivos utilizados que no reaccionaron. De este 76%, el 50% corresponde a nitrógeno, 4% corresponde a oxígeno, 11% corresponde a ácido nítrico, 8% corresponde al agua, 2% corresponde al ciclohexano y 1% corresponde a ciclohexanona.



Fuente: (Tautiva, 2016)

Figura 49: Reacción química del absorbedor 2



Fuente: (Tautiva, 2016)

Figura 50: Proporciones en la reacción del absorbedor 2

En cuanto a la parte referente al absorbedor 2, se percibe el ingreso de los subproductos generados en el reactor 4, los cuales fueron retirados en cierta proporción, mediante el flujo denominado N13. En consecuencia a dicho procedimiento, surge el flujo de salida, denominado como N14, el cual tiene gran similitud de proporciones con el flujo de entrada N12, a excepción del contenido de agua, que es considerablemente mayor en este flujo de entrada.



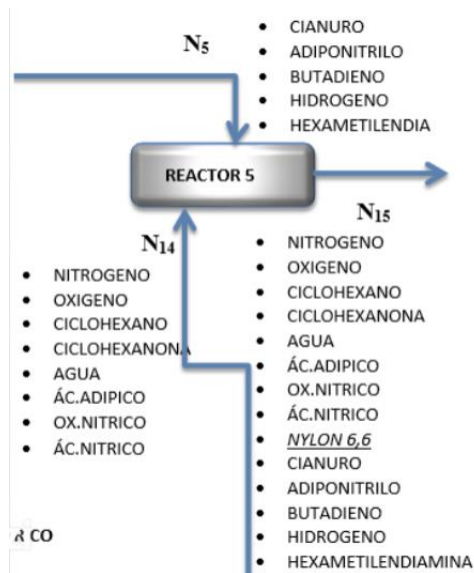
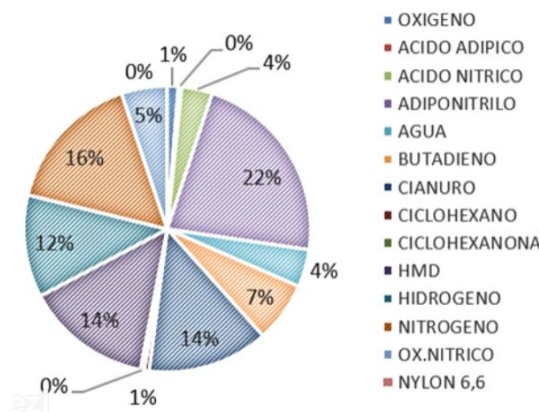


Figura 51: Reacción química del reactor 5

Fuente: (Tautiva, 2016)



Fuente: (Tautiva, 2016)

Figura 52: Proporciones en la reacción del reactor 5

Para el último reactor, se da el ingreso de las sustancias generadas en ambas líneas de reactores, siendo estos: el cianuro, el adiponitrilo, el butadieno, el hidrógeno, y la Hexametilendiamina para la línea 1, junto con el nitrógeno, el oxígeno, el ciclohexano, la ciclohexanona, el agua, el ácido adípico, el óxido nítrico y el ácido nítrico para la línea 2. Finalmente se obtiene la poliamida 6 (nylon 6,6) junto con trece subproductos que sumados corresponden al 99% de las sustancias presentes en este reactor.

En términos generales, se percibe una gran cantidad de sustancias que pueden presentar riesgos adversos al ambiente, siendo contemplados estos como: vertimientos, residuos sólidos y emisiones. Además, según (Tautiva, 2016) el riesgo al ambiente más significativo que se genera por el proceso, es debido al óxido nítrico, como consecuencia de su alta toxicidad, y por ser contribuyente al efecto invernadero.




### 9.3.1.2 Usos del nylon en la industria

El nylon al igual que las proteínas, son conocidos como poliamidas, debido a los grupos amida en la cadena principal. Estos grupos amida, son muy polares y pueden unirse entre sí, mediante

enlaces por puentes de hidrógeno. Debido a esto y a que la cadena de nylon es regular y simétrica, los nylons son a menudo cristalinos, y forman excelentes fibras. (González, 2011) Actualmente, persisten los usos del nylon en relación a las fibras para industria textil, pero también se pueden encontrar en otros objetos de uso diario. Otra aplicación muy importante del nylon como materia prima, es en el campo de la ingeniería, donde es utilizado para elaborar válvulas, engranajes, rodamientos, entre otras piezas utilizadas. (González, 2011)

A continuación, se evidenciaron los usos más comunes del nylon (poliamida 6) a partir de una tabla enmarcando el nombre del elemento, con su respectiva imagen

**Tabla 33 Principales objetos hechos de poliamida 6**

| Nombre                           | Imagen  |
|----------------------------------|---|
| Medias femeninas hechas de nylon |  <p><i>Gotham is the World's Leader in 51 and 54 gauge fine nylon stockings</i></p> <p>AND MORE WOMEN ASK FOR GOTHAM GOLD STRIPE THAN FOR ANY OTHER BRAND</p> <p>Because Gotham Gold Stripe stockings are so strong, so beautiful, so fashion-right in style, fit and color, they are the most asked for kind of stockings in the world. To be sure that your legs look as nice-right as your clothes, always insist on Gotham Gold Stripe Nylon.</p> <p>51 and 54 gauge fine nylon stockings. 100% Nylon. 40-45. 45-50. 50-55. 55-60. 60-65. 65-70. 70-75. 75-80. 80-85. 85-90. 90-95. 95-100. 100-105. 105-110. 110-115. 115-120. 120-125. 125-130. 130-135. 135-140. 140-145. 145-150. 150-155. 155-160. 160-165. 165-170. 170-175. 175-180. 180-185. 185-190. 190-195. 195-200. 200-205. 205-210. 210-215. 215-220. 220-225. 225-230. 230-235. 235-240. 240-245. 245-250. 250-255. 255-260. 260-265. 265-270. 270-275. 275-280. 280-285. 285-290. 290-295. 295-300. 300-305. 305-310. 310-315. 315-320. 320-325. 325-330. 330-335. 335-340. 340-345. 345-350. 350-355. 355-360. 360-365. 365-370. 370-375. 375-380. 380-385. 385-390. 390-395. 395-400. 400-405. 405-410. 410-415. 415-420. 420-425. 425-430. 430-435. 435-440. 440-445. 445-450. 450-455. 455-460. 460-465. 465-470. 470-475. 475-480. 480-485. 485-490. 490-495. 495-500. 500-505. 505-510. 510-515. 515-520. 520-525. 525-530. 530-535. 535-540. 540-545. 545-550. 550-555. 555-560. 560-565. 565-570. 570-575. 575-580. 580-585. 585-590. 590-595. 595-600. 600-605. 605-610. 610-615. 615-620. 620-625. 625-630. 630-635. 635-640. 640-645. 645-650. 650-655. 655-660. 660-665. 665-670. 670-675. 675-680. 680-685. 685-690. 690-695. 695-700. 700-705. 705-710. 710-715. 715-720. 720-725. 725-730. 730-735. 735-740. 740-745. 745-750. 750-755. 755-760. 760-765. 765-770. 770-775. 775-780. 780-785. 785-790. 790-795. 795-800. 800-805. 805-810. 810-815. 815-820. 820-825. 825-830. 830-835. 835-840. 840-845. 845-850. 850-855. 855-860. 860-865. 865-870. 870-875. 875-880. 880-885. 885-890. 890-895. 895-900. 900-905. 905-910. 910-915. 915-920. 920-925. 925-930. 930-935. 935-940. 940-945. 945-950. 950-955. 955-960. 960-965. 965-970. 970-975. 975-980. 980-985. 985-990. 990-995. 995-1000. 1000-1005. 1005-1010. 1010-1015. 1015-1020. 1020-1025. 1025-1030. 1030-1035. 1035-1040. 1040-1045. 1045-1050. 1050-1055. 1055-1060. 1060-1065. 1065-1070. 1070-1075. 1075-1080. 1080-1085. 1085-1090. 1090-1095. 1095-1100. 1100-1105. 1105-1110. 1110-1115. 1115-1120. 1120-1125. 1125-1130. 1130-1135. 1135-1140. 1140-1145. 1145-1150. 1150-1155. 1155-1160. 1160-1165. 1165-1170. 1170-1175. 1175-1180. 1180-1185. 1185-1190. 1190-1195. 1195-1200. 1200-1205. 1205-1210. 1210-1215. 1215-1220. 1220-1225. 1225-1230. 1230-1235. 1235-1240. 1240-1245. 1245-1250. 1250-1255. 1255-1260. 1260-1265. 1265-1270. 1270-1275. 1275-1280. 1280-1285. 1285-1290. 1290-1295. 1295-1300. 1300-1305. 1305-1310. 1310-1315. 1315-1320. 1320-1325. 1325-1330. 1330-1335. 1335-1340. 1340-1345. 1345-1350. 1350-1355. 1355-1360. 1360-1365. 1365-1370. 1370-1375. 1375-1380. 1380-1385. 1385-1390. 1390-1395. 1395-1400. 1400-1405. 1405-1410. 1410-1415. 1415-1420. 1420-1425. 1425-1430. 1430-1435. 1435-1440. 1440-1445. 1445-1450. 1450-1455. 1455-1460. 1460-1465. 1465-1470. 1470-1475. 1475-1480. 1480-1485. 1485-1490. 1490-1495. 1495-1500. 1500-1505. 1505-1510. 1510-1515. 1515-1520. 1520-1525. 1525-1530. 1530-1535. 1535-1540. 1540-1545. 1545-1550. 1550-1555. 1555-1560. 1560-1565. 1565-1570. 1570-1575. 1575-1580. 1580-1585. 1585-1590. 1590-1595. 1595-1600. 1600-1605. 1605-1610. 1610-1615. 1615-1620. 1620-1625. 1625-1630. 1630-1635. 1635-1640. 1640-1645. 1645-1650. 1650-1655. 1655-1660. 1660-1665. 1665-1670. 1670-1675. 1675-1680. 1680-1685. 1685-1690. 1690-1695. 1695-1700. 1700-1705. 1705-1710. 1710-1715. 1715-1720. 1720-1725. 1725-1730. 1730-1735. 1735-1740. 1740-1745. 1745-1750. 1750-1755. 1755-1760. 1760-1765. 1765-1770. 1770-1775. 1775-1780. 1780-1785. 1785-1790. 1790-1795. 1795-1800. 1800-1805. 1805-1810. 1810-1815. 1815-1820. 1820-1825. 1825-1830. 1830-1835. 1835-1840. 1840-1845. 1845-1850. 1850-1855. 1855-1860. 1860-1865. 1865-1870. 1870-1875. 1875-1880. 1880-1885. 1885-1890. 1890-1895. 1895-1900. 1900-1905. 1905-1910. 1910-1915. 1915-1920. 1920-1925. 1925-1930. 1930-1935. 1935-1940. 1940-1945. 1945-1950. 1950-1955. 1955-1960. 1960-1965. 1965-1970. 1970-1975. 1975-1980. 1980-1985. 1985-1990. 1990-1995. 1995-2000.</p> |
| Cerdas de nylon para cepillos    |    |
| Bolso-mochila de nylon           |    |
|                                  |   |

|   |  |
|---|--|
| <p>Rueda de nylon</p>                       |   |
| <p>Barras de nylon para mecanizado</p>      |   |
| <p>Peine de nylon</p>                       |    |
| <p>Hilo de nylon para sutura quirúrgica</p> |  |
| <p>Hilo de nylon para pesca</p>             |  |

**Fuente:** (González, 2011)

Como consecuencia del desgaste del nylon debido al uso, se generan problemáticas asociadas a los residuos sólidos y emisiones debido a sus componentes y microfibras, las cuales terminan ya sea en el aire, suelo, o mar, como consecuencia de su baja capacidad de degradación. Adicional a esto, la combustión del nylon como alternativa para su degradación, genera también enormes problemas asociados a emisiones de dióxido de carbono y otros gases generados. (Castillo, 2017) Debido a esto, se establece que la mejor forma de mitigar estos aspectos, es por medio del reciclaje de este material, el cual se lleva a cabo de la siguiente manera.

### 9.3.1.3. Reciclaje de poliamida 6 (nylon)

El nylon puede reciclarse de forma mecánica, debido a sus características como termoplástico, lo cual le permite aumentar o disminuir su temperatura las veces que sea necesario, sin generar ningún tipo de pérdida en sus propiedades (CANAZA, 2015). Este tipo de reciclaje, consiste en lo siguiente:

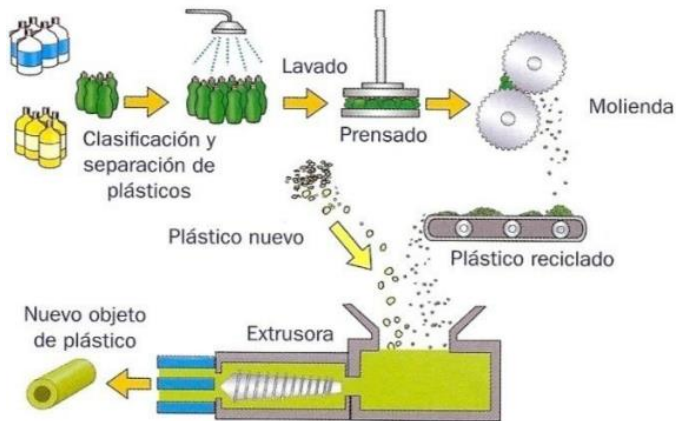


Figura 53: Proceso de reciclaje mecánico

**Fuente:** (Junta de Castilla y Leon, 2015)



Figura 54: Separación.

**Fuente:** (Junta de Castilla y Leon, 2015)

Para este apartado se clasifican todos los plásticos recolectados, según el tipo al que pertenezcan.



Figura 55: lavado.

**Fuente:** (Junta de Castilla y Leon, 2015)

Para esta segunda parte del proceso de reciclaje, se utiliza agua a presión para retirar suciedad o cualquier tipo de impureza, que se encuentre adherida a los plásticos recolectados.

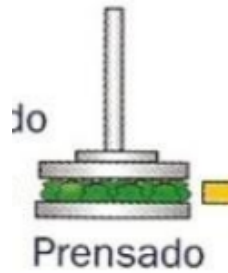


Figura 56: Prensado.

**Fuente:** (Junta de Castilla y Leon, 2015)

Para continuar posteriormente con la fase de prensado, se utiliza maquinaria industrial para comprimir el plástico seleccionado para reciclaje.



Figura 57: Molienda.

**Fuente:** (Junta de Castilla y Leon, 2015)

En continuidad con el proceso anterior, se prosigue con la fase de molienda, la cual consiste en el uso de una trituradora, para convertir los trozos de plástico recolectados, en partes más pequeñas.

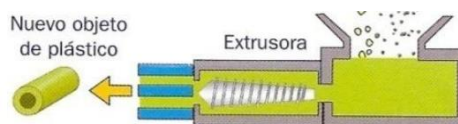


Figura 58: Extrusora

**Fuente:** (Junta de Castilla y Leon, 2015)

Culminando con el proceso de reciclaje de los termoplásticos, se emplea una extrusora, la cual consta de una estructura provista de un embudo para el ingreso del plástico, junto con un tornillo sin fin, ubicado al interior de una carcasa metálica, que calienta el plástico hasta volverlo líquido. Una vez se llegue a este punto, el material puede volver a utilizarse para la fabricación del objeto que se requiera. (Junta de Castilla y Leon, 2015).

Finalmente, se procede a diseñar y fabricar el producto mínimo viable (PMV), comprendido como un neumático de bicicleta a base de poliamida 6. Cabe resaltar que dada la situación, en un

primer instante se planteó abordar la fabricación del material, con un enfoque más químico, produciendo el nylon por cuenta de los autores. Pero esto fue imposible debido a la situación generada por el (COVID-19). Por lo tanto se llevó a cabo este apartado, mediante la tecnología disruptiva de la impresión 3D, para fabricar un neumático con el material seleccionado.

A continuación, se describen los resultados obtenidos durante la puesta en marcha del tercer objetivo, respecto a la fabricación del prototipo de neumático de bicicleta con impresión 3D y el material seleccionado (Poliamida 6).

#### 9.4. *Diseño y fabricación del prototipo de neumático de bicicleta.*

Para la fabricación del neumático mediante la impresión 3D, fue necesario iniciar con la consolidación de un diseño, basado en un neumático de bicicleta existente (30cm) en el mercado. Esto debido a la capacidad que presentaba la impresora y el recurso económico disponible.



*Figura 59: Vista lateral del neumático base para el diseño.*

Fuente: Autores

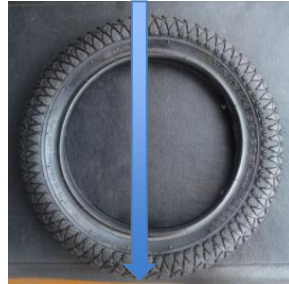


*Figura 60: Vista frontal del neumático base para el diseño.*

Fuente: Autores

Dicho neumático, corresponde a una rueda de la marca flip bikes utilizada en bicicletas para niños entre dos y cuatro años de edad. Cabe resaltar que el segmento de clientes comprende edades de los 22 hasta los 44 años según el canvas planteado, pero dada la capacidad de la impresora y el mismo costo de emplearla para dimensiones mucho más grandes, no fue posible fabricar el neumático bajo medidas basadas en este segmento en particular. Por ende se toman las dimensiones de un neumático de bicicleta para niños como referencia. Este posee las siguientes medidas:

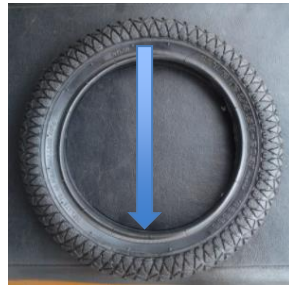
Longitud exterior: 30 cm



*Figura 61: Longitud exterior del neumático base para el diseño*

Fuente: Autores

Longitud interior: 21 cm



*Figura 62: Longitud interior del neumático base para el diseño*

Fuente: Autores

Perfil: 4.5 cm



*Figura 63: Perfil del neumático base para el diseño*

Fuente: Autores

Ancho exterior: 3.5 cm



Figura 64: Ancho exterior del neumático base para el diseño

Fuente: Autores

Además de este neumático, el diseño se basó en las especificaciones de (Lee, 2014) respecto a un neumático anti pinchazos compuesto de un solo material.

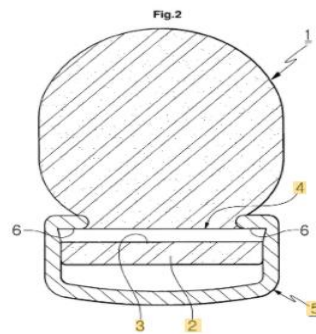


Figura 65: Vista interior de un neumático anti pinchazos

Fuente: (Lee 2014)

Este diseño, logró consolidarse mediante el uso del software Rhino, con ayuda de un diseñador industrial.

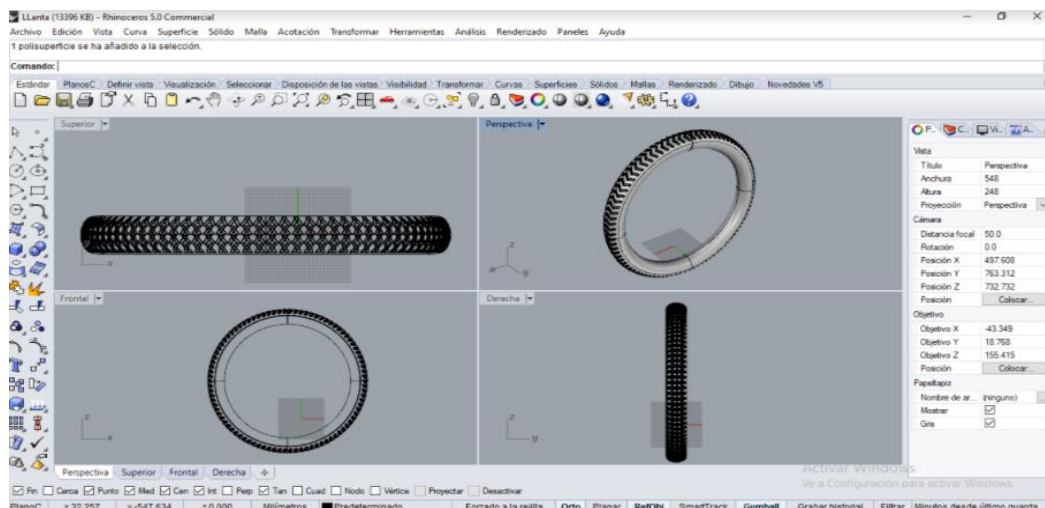


Figura 66: Diseño culminado del neumático con ayuda del programa Rhino



Fuente: (Autores 2020)

Posterior a la culminación del diseño, se procede a hacer el ajuste de la impresión 3D, tomando en cuenta las medidas planteadas en apartados anteriores, definiendo un tiempo estimado para la fabricación del neumático de 1 día 8 horas y 7 minutos. Así mismo, la máquina establece que requerirá de 337 gramos de material equivalentes a 114.71 m de filamento de poliamida 6.

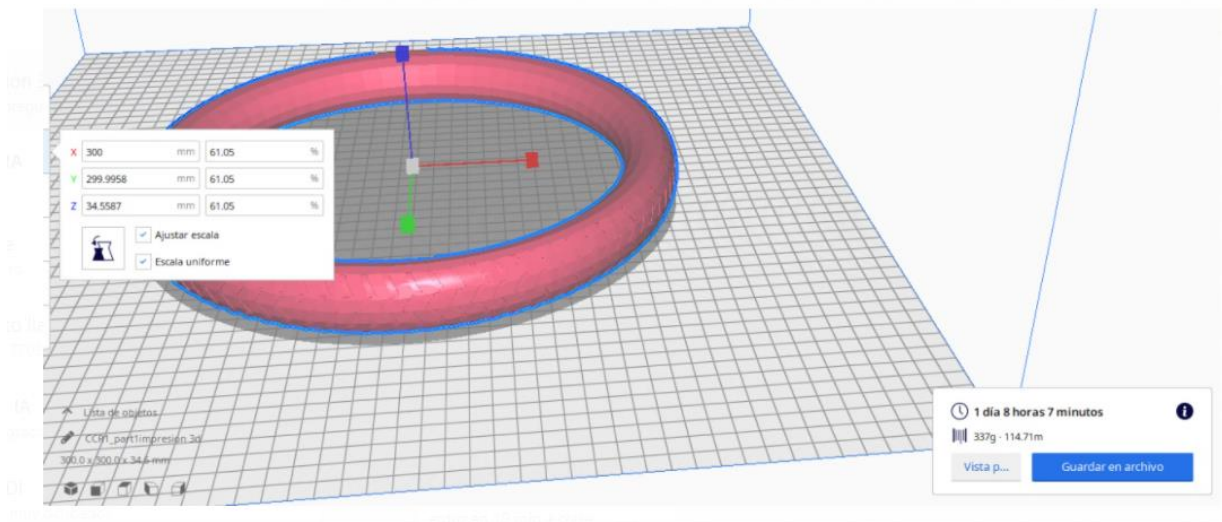


Figura 67: Ajuste de la impresión

Fuente: Autores

Finalmente, se procede a realizar la impresión 3D, del neumático a base de poliamida 6



Figura 68: Fabricación del neumático.

Fuente: Autores



*Figura 69: Vista lateral del neumático fabricado.*

Fuente: Autores



*Figura 70: Vista posterior del neumático fabricado.*

Fuente: Autores

#### *9.5. Análisis del diseño y fabricación del neumático a base de poliamida 6.*

Se evidencian varias cosas con base al trabajo emprendido en esta última actividad. La primera de ellas, es la relativa facilidad con la que fue posible fabricar el neumático mediante la impresión 3D, denotando la enorme ventaja que puede significar dominar este método para la industria y la economía en general, esto según lo dicho por (Bordignon, 2018) “Existe un ambiente tecnológico favorable para la expansión de una economía basada en la fabricación digital. La facilidad de digitalizar productos, la existencia de nuevos formatos abiertos de representación digital y de nuevas máquinas de producción a bajo costo son factores determinantes de este fenómeno. Pero el elemento central que lidera este posible cambio en los modos de producción es la facilidad para transformar objetos físicos en datos y datos en objetos físicos”

Sin embargo, se percibe cierta desventaja respecto al costo de fabricación, evidenciado a continuación:

1. El precio de una impresora 3D comprende cifras entre 1 y 6 millones de pesos. (Mercado libre 2020) Esto puede representar un enorme inconveniente de no tener una cifra considerable del recurso monetario, para una inversión inicial.
2. El costo del material para la fabricación del producto, supera el precio de adquisición del mismo hecho de caucho y con características similares. Esto se puede demostrar con el siguiente cálculo.

$$337g \times \frac{25 \text{ EUR}}{45 g} \times \frac{4505 \text{ COP}}{1 \text{ EUR}} = 82.689 \text{ COP}$$

Los 337 g, corresponden al material que requirió la impresora 3D, estos se multiplican por 25 euros, y se dividen en 45g que corresponden al precio del material en el extranjero y la cantidad mínima en que es vendida. (Impresoras 3D, 2020) A su vez, se multiplica por 4.505 pesos colombianos, correspondientes al precio del euro en la moneda Colombiano al momento en que se realiza el presente cálculo (Investing 2020). Esto da como resultado 82.689 pesos colombianos, los cuales se asocian al costo de la materia prima utilizada para la fabricación del neumático diseñado a partir de la poliamida 6.

Esto representa una enorme desventaja si se analiza desde el valor que tiene el neumático diseñado con características similares en el mercado, el cual corresponde a 15000 pesos colombianos. (Mercado libre 2020) Debido a esto, se percibe que sería bastante complejo competir con este medio de fabricación, que excede por mucho el precio de venta de este neumático en el mercado, en las condiciones actuales. Sin embargo, es necesario aclarar, que el presente producto se elaboró con filamento de poliamida 6 virgen, por lo que habría que hacer un reajuste de los costos al momento de utilizarse poliamida 6 reciclada, lo que se espera, haga el proceso más económico. También es necesario aclarar que hizo falta la realización de las pruebas mecánicas comparativas, para terminar de corroborar la factibilidad del material en la elaboración de un neumático de Bicicleta.

## *10. Conclusiones*

El desarrollo del presente documento se vio comprometido, debido a los esfuerzos científicos e ingenieriles en relación a la búsqueda de un material sustituto para la elaboración de neumáticos de bicicleta. Esto debido, a la carencia de investigaciones consolidadas, de los cuales una buena parte de las ya existentes, se centra en encontrar una fuente similar a la del caucho natural proveniente del hevea brasiliensis, por lo que se puede evidenciar, que se requiere de un mayor trabajo en este tema, que vaya más allá del ámbito económico, sin dejar de lado el ecológico.

La metodología de análisis multicriterio (AMC) fue adecuada para la selección del material tomando en cuenta la relativa facilidad con la que fue posible determinar los coeficientes requeridos de importancia relativa (CIR) y selección ambiental (CSA). Además de permitir contemplar desde su aplicabilidad un nivel de peso y relevancia diferente para cada criterio, basado en la percepción de los autores.

En lo referente a los resultados obtenidos de la matriz de Análisis Multicriterio (AMC), se logra establecer que el material más óptimo, por presentar menor cantidad de: Impactos generados, Requerimientos de insumos químicos y Tiempo de obtención, corresponde a la poliamida 6. Sin embargo, se presentan desventajas en cuanto a la resistencia al desgaste, y un costo elevado para la elaboración del neumático en relación a este material que se espera pueda compensarse, con su capacidad de recirculación.

Respecto al apartado referente al material, fue percibida una dificultad considerable para definir una alternativa, que presentara resistencia al desgaste y a la fricción, junto con una buena capacidad de degradación, que pudiera ser utilizado para fabricar un neumático de bicicleta. Por tal motivo, es importante encontrar un material cuyas propiedades mecánicas sean óptimas junto con la capacidad de circularidad, siendo esta la que asegura la viabilidad ecológica de la idea de negocio. Así mismo, es posible evidenciar la novedad, como el componente más relevante que se presenta en la propuesta de valor, por esta misma característica.

Con base a la idea de negocio establecida, es posible evidenciar grandes influencias en términos de las tendencias actuales de mercado, por lo que se afirma que el éxito de esta idea de negocio, se verá altamente influenciado en relación al crecimiento de mercados respaldados por la producción sostenible. Crecimiento que a pesar de haber tomado notoriedad durante tiempos recientes, aún requiere de trabajo para consolidarse desde estrategias de circularidad.

Debido a los grandes impactos evidenciados en la fabricación de nylon y su alto precio en el mercado, es posible afirmar que la presente idea de negocio solo sería viable ecológica y económicamente si se utiliza el nylon reciclado para la fabricación del neumático con la impresión 3D u otra tecnología de las que se usan actualmente con termoplásticos. Esto tomando en consideración los vertimientos y emisiones que se generan durante la fabricación de este material, además del alto costo de filamento para impresión de este.

## ***11. Recomendaciones***

Con base a lo consultado en el presente proyecto, respecto a la posibilidad de fabricar un neumático de bicicleta, por medio del termoplástico poliamida 6, se recomienda estudiar la posibilidad de incorporar otros termoplásticos, que sean de uso cotidiano para conformar el material, lo que aportaría significativamente al reciclaje del plástico en general.

Se requiere someter al prototipo de neumático fabricado, a pruebas mecánicas, tales como resistencia y elasticidad. Y ensayar con diferentes calidades del material, que permitan fabricar el neumático, con la mínima cantidad posible y por ende con un mínimo costo.

Se propone contemplar la posibilidad de incorporar la idea del material para el neumático de bicicleta, a otras propuestas de fabricación, como lo son los marcos de bambú, generando una idea de negocio mediante la comercialización de una bicicleta ecológica.

Es recomendable tener presente para un trabajo posterior la posibilidad de hacer un análisis de ciclo de vida, comparando el neumático fabricado con poliamida virgen, poliamida reciclada y caucho.

Para poder dar continuidad a lo establecido, se recomienda consolidar una lista de los costos iniciales, definiendo el capital requerido, que permita comenzar con la idea de negocio, según lo estipulado en el CANVAS final.

En lo que respecta al modelo de negocio, se sugiere explorar las condiciones actuales del reciclaje de poliamida 6 en Colombia, para terminar de establecer la viabilidad de la presente idea de negocio.

En términos ecológicos y económicos, se recomienda emplear ya sea el termoplástico reciclado (poliamida 6) o una mezcla de este, junto con el termoplástico virgen, para que conste de una viabilidad óptima en dichos términos.

Debido al poco estudio de materiales alternativos para la fabricación de neumáticos de bicicleta, se recomienda indagar acerca de materiales diferentes al caucho convencional, cuyas características técnicas sean similares, respecto a resistencia al desgaste, fricción y con un alto grado de re circularidad, para ser incorporadas como materia prima, en su proceso de fabricación.

Al llevar a cabo la metodología AMC, se recomienda que las alternativas propuestas, presenten un alto grado de información , para no incurrir en adversidades al momento de ser evaluadas.

En lo que concierne a la impresión 3D, se recomienda explorar la posibilidad de uso del termoplástico poliamida 6 reciclada, en la elaboración de su filamento, así como también realizar pruebas de impresión al respecto

Es imperativo explorar un proceso más industrializado de impresión 3D que permite fabricar neumáticos más grandes y de forma más rápida.

Se requiere aplicar los criterios definidos por la oficina de negocios verdes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para establecer la veracidad de los componentes del presente modelo de negocio en cuanto a su componente ambiental.

Se debe recopilar mayor información respecto a la pérdida en las propiedades mecánicas de la poliamida 6 al momento de su recirculación, para poder validar sus características como material para la fabricación de neumáticos

## 12. Bibliografía

- Accame, M. E. (2013). PLANTAS MEDICINALES EN EL TRATAMIENTO DE ALTERACIONES HEPATOBILIARES (y VII): Diente de león. Obtenido de <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/2012/6/29/52335.pdf>
- Acoplásticos. (2017). Directorio Colombiano de reciclaje de residuos plásticos. Obtenido de <http://www.acoplásticos.org/AFshjuraaF47lfjbOSTNKYs4831gepsfiq57DRCFws38164LXIEMF14h2nkr/dcr17/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- Agrosavia. (2020). Agrosavia. Obtenido de <https://www.agrosavia.co/qu%C3%A9-hacemos>
- Alcaldía de Bogotá. (2018). Mapa bicarriles Bogotá. Obtenido de <https://www.google.com/maps/d/viewer?ie=UTF8&t=m&oe=UTF8&msa=0&mid=1dITwgNJK5S8mFu6aPnlknkyF8Wg&ll=4.665622137589479%2C-73.95216057946357&z=11>
- Alcaldía de Bogotá. (2020). Alcaldía de Bogotá. Funciones y deberes de la SECRETARÍA DISTRITAL DE GOBIERNO Obtenido de: <http://www.gobiernobogota.gov.co/transparencia/organizacion/funciones-y-deberes>
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Alcaldía de Santiago de Cali. Obtenido de <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/140793/residuos-aprovechables/#:~:text=Residuos%20s%C3%B3lidos%20aprovechables,Car%20y%20papel%20de%20archiv>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2002). Ley 769 código nacional de tránsito terrestre. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
- Alibaba. (2020). Alibaba. Precio de nylon por kg: Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/price-of-nylon-per-kg-pa6-gf20-fr-v0-engineering-modified-plastic-material-62423849341.html?spm=a2700.8699010.normalList.35.4f5053deOcv9RW>
- Amin, S. (2011). THERMOPLASTIC ELASTOMERIC (TPE) MATERIALS AND THEIR USE IN OUTDOOR ELECTRICAL INSULATION. Obtenido de [http://www.ipme.ru/e-journals/RAMS/no\\_12911/02\\_amin.pdf](http://www.ipme.ru/e-journals/RAMS/no_12911/02_amin.pdf)
- ANDI. (2020). Cámaras sectoriales. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Home/Pagina/1-quienes-somos>
- Bike exchange. (2018). Las Ruedas para Ciclismo de Ruta. Obtenido de <https://www.bikeexchange.com.co/blog/guia-definitiva-para-ruedas-de-ruta#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20llanta,para%20mantener%20el%20aire%20dentro.>
- BikeZona. (2018). Neumático antipinchazos. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=Zw\\_rhIX3Ftg](https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=Zw_rhIX3Ftg)
- Bordignon, F. (2018). eprints.rclis. Diseño e impresión de objetos 3D Obtenido de: <http://eprints.rclis.org/33571/1/Libro-impresion3D-unipe.pdf>

- CANAZA, G. P. (2015). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. ESTUDIO DE UN PROCESO TECNOLÓGICO PARA EL RECICLAJE DE BOTELLAS Obtenido de PET: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9301/PG-1582-Patzi%20Canaza%2c%20Grover.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrasco Felix, (2008). Kinetics of the Thermal Decomposition of Green Alga Ulva by Thermogravimetry. Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_AM/AM\\_2008\\_83\\_45\\_52\[1\].pdf](https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM/AM_2008_83_45_52[1].pdf)
- Casiopea. (2020). Casiopea. LA BICICLETA. Obtenido de: [https://wiki.ead.pucv.cl/images/a/a9/Bitacora\\_grupo\\_rodado.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/a/a9/Bitacora_grupo_rodado.pdf)
- Castillo, A. (2017). Academia. Impacto ambiental del nylon Obtenido de: [https://www.academia.edu/28648886/Impacto\\_ambiental\\_del\\_nylon](https://www.academia.edu/28648886/Impacto_ambiental_del_nylon)
- CASTRO, G. (2008). Universidad de Buenos Aires. Obtenido de MATERIALES Y COMPUESTOS PARA LA INDUSTRIA DEL NEUMATICO: [https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Materiales\\_y\\_Compuestos\\_para\\_la\\_Industria\\_del\\_Numatico.pdf](https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Numatico.pdf)
- Centro Zaragoza Instituto de investigación sobre vehículos S.A. (2015). Obtenido de [http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R66\\_A12.pdf](http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R66_A12.pdf)
- Chen, B. (2004). Tire Society. Material Characterization of Tire Cords and the Effects of Cord Thermal-Mechanical Properties on Tires Obtenido de: <https://www.tiresciencetechnology.org/doi/abs/10.2346/1.2186771>
- Colegio Lenka Franulic. (2014). Historia de la rueda Obtenido de: <http://lenkafranulic.cl/attachments/article/35/Historia%20de%20la%20Rueda.pdf>
- Collazos, A. Z. (2015). UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA FACULTAD DE ECONOMÍA, EMPRESA Y TURISMO. IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LAS EMPRESAS TURISTICAS DE COLOMBIA.: Obtenido de [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/18729/4/0717200\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/18729/4/0717200_00000_0000.pdf)
- Comisión Europea. (2020). ec.europa.edu. Ecoinnovación la clave de la competitividad de Europa en el futuro: Obtenido de <https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/es.pdf>
- Congreso de Colombia. (2016). POR LA CUAL SE OTORGAN INCENTIVOS PARA PROMOVER EL USO DE LA BICICLETA. . Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201811%20DEL%2021%20DE%20OCTUBRE%20DE%202016.pdf>
- Congreso de la república. (2006). Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1083\\_2006.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1083_2006.html)
- CONPES . (2018). Obtenido de Política de Crecimiento verde: <https://www.corpoboyaca.gov.co/negociosverdes/wp-content/uploads/2019/03/conpes-3934.pdf>
- CONPES. (2016). *Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>



- Continental. (2016). Continental. Documentation: Dandelion Rubber for Tires: Obtenido de: <https://www.continental-tires.com/car/about-us/media-services/taraxagum/2016-06-22-video-dandelion-rubber-for-tires>
- Cramer, J., (1998). Environmental Management: From 'Fit' To 'Strech'. Business Strategy And The Environment 7, 162–172.
- Cronica Business. (2018). Los fabricantes de neumáticos más grandes del mundo. Obtenido de [https://cronicaglobal.elespanol.com/business/fabricantes-neumaticos-mundo\\_122168\\_102.html](https://cronicaglobal.elespanol.com/business/fabricantes-neumaticos-mundo_122168_102.html)
- Csic Comunicación. (2011). Cómo extraer el nylon. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=k-QRAAMtcRQ>
- DANE. (2020). Demografía y población. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana (DAASU). (2020). Minambiente. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/temas-tecnologias-de-la-informacion/3138-el-ministerio-de-ambiente-y-desarrollo-sostenible-y-su-refuerzo-en-la-seguridad-de-la-informacion>
- Dynam. (2014). electrocome. Nylon- Pa6 Obtenido de: <https://www.electrocome.com/p-1-28/NYLON---PA6.htm>
- Ecrowd. (2016). Las 10 grandes tendencias de la Economía verde. Obtenido de <https://www.ecrowdinvest.com/blog/10-tendencias-economia-verde/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). Circular Economy. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- EUROSPORT. (2020). LA VENTA DE BICICLETAS ROMPE EL MERCADO EN PLENA PANDEMIA. Obtenido de [https://espanol.eurosport.com/ciclismo/la-venta-de-bicicletas-rompe-el-mercado-en-plena-pandemia\\_sto7767085/story.shtml](https://espanol.eurosport.com/ciclismo/la-venta-de-bicicletas-rompe-el-mercado-en-plena-pandemia_sto7767085/story.shtml)
- Erica Aislamiento - Estanqueidad. (2020). *Erica Aislamiento - Estanqueidad*. Obtenido de <http://www.ericas.es/web/>
- Facebook. (2020). Facebook. Obtenido de <https://es-la.facebook.com/>
- Francisco Rodríguez, L. P. (2011). El guayule, *Parthenium argentatum* A. Gray (Asteraceae), asilvestrado en Almería (España). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/265379530\\_El\\_guayule\\_Parthenium\\_argentatum\\_A\\_Gray\\_Asteraceae\\_asilvestrado\\_en\\_Almeria\\_Espana\\_The\\_guayule\\_Parthenium\\_argentatum\\_A\\_Gray\\_Asteraceae\\_casual\\_alien\\_plant\\_in\\_Almeria\\_province\\_Spain](https://www.researchgate.net/publication/265379530_El_guayule_Parthenium_argentatum_A_Gray_Asteraceae_asilvestrado_en_Almeria_Espana_The_guayule_Parthenium_argentatum_A_Gray_Asteraceae_casual_alien_plant_in_Almeria_province_Spain)
- GAVIRIA, D. (2006). Caracterización molecular de líneas de *Bombyx mori*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co>: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v32n2/v32n2a17.pdf>
- Gil, (2015). La impresión 3D y sus alcances en la arquitectura. Obtenido de [http://oa.upm.es/38442/7/PFC\\_IRENE\\_GIL\\_GIL.pdf](http://oa.upm.es/38442/7/PFC_IRENE_GIL_GIL.pdf)
- Gomez, A. Z. (2007). LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR EMPRESARIAL. Manizales. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1134/1/amparozapatagomez.2007.pdf>
- González, M. (2011). Tecnología de los Plásticos. Nylon Obtenido de: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/07/nylon.html#:~:text=El%20nylon%20se%20obtiene%20por,partir%20de%20di%C3%A1cidos%20y%20diaminas.>

- González, N. (2019). Magenta Innovación gerencial. ¿Cómo definir un producto mínimo viable? Obtenido de: <https://magentaig.com/como-definir-un-producto-minimo-viable/>
- GUARIN, L. M. (2016). PROBLEMÁTICA Y RECICLAJE DE LLANTAS: EXPERIENCIA EXITOSA EN LA PROBLEMÁTICA Y RECICLAJE DE LLANTAS EN EL MUNICIPIO DE APULO. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/8722/04b7d9a84530e0aee98579b99af63dce1e9c.pdf>
- Hajkowicz & Higgins. (2008). A Comparison of Multiple Criteria Analysis Techniques for Water Resource Management Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/222845504\\_A\\_Comparison\\_of\\_Multiple\\_Criteria\\_Analysis\\_Techniques\\_for\\_Water\\_Resource\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/222845504_A_Comparison_of_Multiple_Criteria_Analysis_Techniques_for_Water_Resource_Management)
- Halada, K. R. Yamamoto (2001). Eco-Materials. Obtenido de [www.d4s-sbs.org/MH.pdf](http://www.d4s-sbs.org/MH.pdf)
- Hidalgo, J. (2017). Uniagustiniana. MÉTODOS DE REUTILIZACIÓN DE LLANTAS USADAS: SELECCIÓN Y ELABORACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS Obtenido de : <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/221/JaimeHidalgo-NataliaAlejandra-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ICA. (2020). Historia. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/el-ica/historia>
- Impresoras 3D. (2020). Impresoras 3D .com. Nuevo filamento de nylon (poliamida 6 Obtenido de: <https://www.impresoras3d.com/nuevo-filamento-de-nylon-poliamida-6/>
- Instituto tecnológico de Sonora. (4 de Marzo de 2013). Definiendo el alcance de una investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. Obtenido de <https://pensamientodesistemasaplicado.blogspot.com/2013/03/definiendo-el-alcance-de-una.html#:~:text=El%20alcance%20de%20una%20investigaci%C3%B3n%20indica%20el%20resultado%20lo%20que,empezar%20a%20desarrollar%20la%20investigaci%C3%B3n.>
- Investing. (2020). Investing. Precio del Euro Obtenido de: <https://es.investing.com/currencies/eur-cop>
- Jiménez Pinto. (2013). Análisis y elaboración de un plan financiero para la empresa comercial Cepsa S.A. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9030/1/T-ESPE-048121.pdf>
- Juan Pablo Fernández Rodríguez. (2014). Universidad Nacional de Colombia. . Parámetros productivos del caucho (Hevea brasiliensis) Obtenido de: <http://bdigital.unal.edu.co/46821/1/07790788.2014.pdf>
- Junta de Castilla y Leon. (2015). Materiales, plasticos y textiles. Obtenido de [http://iesotierradecampos.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/T2\\_MATERIALES\\_PLuSTICO\\_S\\_Y\\_TEXTILES.pdf](http://iesotierradecampos.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/T2_MATERIALES_PLuSTICO_S_Y_TEXTILES.pdf)
- Koziatek, S. (2004). Tubeless tire compound and a system and method for retrofitting non-tubeless tires Obtenido de: <https://patents.google.com/patent/US6782931B2/en>
- La Opinión. (2017). La Opinión. Obtenido de Bicicletas y motos, incluidas en nueva resolución sobre llantas usadas.: <https://www.laopinion.com.co/colombia/bicicletas-y-motos-incluidas-en-nueva-resolucion-sobre-llantas-usadas-137072>
- LAC. (2012). Manufactura de cauchos. Propiedades de Elastomeros- tabla comparativa Obtenido de: <http://www.lacersosimo.com.ar/tabla.html>
- Laza, J. (2014). 1. Elasticidad. Obtenido de [https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/8684/mod\\_resource/content/1/Tema\\_7\\_Estado\\_elastico.pdf](https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/8684/mod_resource/content/1/Tema_7_Estado_elastico.pdf)
- LEE, S. Y. (2014). Google Patents. Bicycle tire Obtenido de: <https://patents.google.com/patent/US8770243B2/en>

- Lotta Oscarsson. (2015). Lund University Publications. Production of rubber from dandelion a proof of concept for a new method of cultivation Obtenido de: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=5031747&fileOid=5031775>
- Machado. (2005). Comparación ambiental de alternativas y selección mas óptima. Obtenido de <https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Agua%20Potable/ingProyectos/Cap%C3%ADtulo%204.%20Comp%20Amb%20Alternativas.pdf>
- Manjare, S. (2019). researchgate. Life Cycle Assessment of Tyre Manufacturing Process Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/333212786\\_Life\\_Cycle\\_Assessment\\_of\\_Tyre\\_Manufacturing\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/333212786_Life_Cycle_Assessment_of_Tyre_Manufacturing_Process)
- Mariano. (2011). Tecnología de los plásticos. Polipropileno (Caucho natural y sintético) Obtenido de: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/07/poliisopreno-caucho-natural-y-sintetico.html>
- Maxxis. (2020). Maxxis. Obtenido de Maxxis: <https://www.maxxis.com/>
- Mercado libre. (2020). Mercado libre. Mercado libre Obtenido de: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-483710329-ender-3-creality-impresora-3d-version-2019-entrega-inmediata->
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Minagricultura. Resolución 0159 Obtenido de: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCIÓN%20152-2020%20-%20PRECIO%20DE%20REFERENCIA%20CUOTA%20DE%20FOMENTO%20CAUCHERO.pdf>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial. (2004). ICBF. Obtenido de RESOLUCION 1488 DE 2003: [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambientevt\\_1488\\_2003.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevt_1488_2003.htm)
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional de Producción y consumo sostenible. Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/negociosverdes/wp-content/uploads/2019/03/politnal-produccion-consumo-sostenible.pdf>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la República de Colombia. (2014). Minambiente. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1381-plantilla-negocios-verdes-y-sostenibles-38>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019. Estrategia nacional de economía circular. Obtenido de [http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20Economía%20Circular-2019%20Final.pdf\\_637176135049017259.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20Economía%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). CorpoBoyaca. Obtenido de Plan Nacional de negocios verdes: <https://www.corpoboyaca.gov.co/negociosverdes/wp-content/uploads/2019/03/plan-naciona-negocios-verdes.pdf>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Productores y comercializadores de llantas en el país deberán tener un Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias->

- minambiente/3055-productores-y-comercializadores-de-llantas-en-el-pais-deberan-tener-un-sistema-de-recoleccion-selectiva-y-gestion-ambiental-de-llantas-usadas-minambiente
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Resolución 2254 Norma de calidad del aire y otras disposiciones. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
  - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). MinComercio. Obtenido de [mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/resoluciones/resolucion-1457-de-2010.aspx](http://mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/resoluciones/resolucion-1457-de-2010.aspx)
  - Ministerio de ambiente. (2008). Por la cual se establecen las normas y est ándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527650/Resolucion+909+de+2008.pdf/a3bcdf0d-f1ee-4871-91b9-18eac559dbd9>
  - Ministerio de Ambiente. (2020). Oficina de negocios verdes. Obtenido de [https://minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/avances-oficina-negocios-verdes-y-sostenibles-del-ministerio-ambiente#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202017%20la,para%20el%20crecimiento%20del%20pa%C3%ADs.](https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/avances-oficina-negocios-verdes-y-sostenibles-del-ministerio-ambiente#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202017%20la,para%20el%20crecimiento%20del%20pa%C3%ADs.)
  - Ministerio de la Protección Social. (2008). Vademecúm Colombiano de Plantas Medicinales. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/vademecum-colombiano-plantas-medicinales.pdf>
  - MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL MARINO. (2009). <http://www.prtr-es.es/>. Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea (produccion de polimeros) Obtenido de: <http://www.prtr-es.es/data/images/PRODUCCI%C3%93N-DE-POL%C3%8DMEROS-1BDCAA0950F2E40.pdf>
  - Montenegro, J. A. (2012). Diagnóstico de la generación, gestión y aprovechamiento del residuo de llantas post-consumo en la ciudad de Bogotá .D.C. Bogotá.
  - MOSCOSO, J. N. (2017). Scielo.br. LOS MÉTODOS MIXTOS EN LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN Obtenido de: <https://www.scielo.br/pdf/cp/v47n164/1980-5314-cp-47-164-00632.pdf>
  - Mundobici. (2020). Más de 50 opciones de tiendas colombianas para comprar bicicletas, rodillos y artículos de ciclismo. Obtenido de <https://www.mundobici.co/blog/50-tiendas-de-ciclismo-colombia/>
  - Nahar, D. (2013). Life cycle of tire. Obtenido de <https://www.slideshare.net/darshalnahar/life-cycle-of-tire>
  - National Geographic. ( 2019). Los neumáticos también son responsables de la contaminación plástica. Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/neumaticos-contaminacion-plastica>
  - Olivares, J. L. (2003). Scielo. Eco-materiales Obtenido de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0255-69522003000100001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522003000100001)
  - Organización Internacional de Normalización ISO. (2014). ISO 5775. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/56559.html>

- Ortega, A. O. (2018). Researchgate.net. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION\\_TABLA\\_DE\\_CONTENIDO\\_Contenido/link/5b6b7f9992851ca650526dfd/download](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION_TABLA_DE_CONTENIDO_Contenido/link/5b6b7f9992851ca650526dfd/download)
- Ortega, A. R. (2012). DESARROLLO DEL GUSANO DE SEDA (*Bombyx mori* L.) EN DOS REGIONES DEL ESTADO DE HIDALGO EN CONDICIONES NO CONTROLADAS. Obtenido de <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2012/EA/698-702.pdf>
- Ortiz, A. S. (2014). Comparación de dos métodos de coagulación del látex (*Hevea brasiliensis*) en el Magdalena. Universidad Nacional de Colombia Obtenido de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/45121/1/07790907.2014.pdf>
- Osterwalder y Pigneur. (2011). Generación de modelo de negocio. Barcelona: PAPP.
- Osterwalder y Pigneur. (2015). Diseñando la propuesta de valor. Obtenido de ISSU: [https://issuu.com/edicionesdeusto/docs/dpv\\_cap01](https://issuu.com/edicionesdeusto/docs/dpv_cap01)
- Patagonia Chile. (2020). Patagonia Chile. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=FU4iUYFkPyw>
- Perez, Z. P. (2011). Educare. Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Plásticos, E. E. (2016). Elaplas Elastómeros y plásticos. Caucho Natural Obtenido de: <http://www.elaplas.es/materiales/cauchos-y-elastomeros/caucho-natural-nr/>
- Preciado, M. P. (2011). Universidad el Nacional. Obtenido de Modelos de Negocio: Propuesta de un Marco Conceptual para Centros de Productividad Obtenido de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5152/1/940794.2011.pdf>
- Presidencia de la república de Colombia. (2011). Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto\\_3570\\_2011.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_3570_2011.html)
- Presidencia de la república. (2000). Corponariño. Obtenido de <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2014). Oneplanetnetwork. Eco innovación: Una oportunidad de negocios. Obtenido de: [https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/bc\\_for\\_ecoinnovation\\_spanish.pdf](https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/bc_for_ecoinnovation_spanish.pdf)
- que es y cómo se aplica a la política local. obtenido de <http://universidadverde.es/wp-content/uploads/2016/08/Que-es-la-economia-circular.pdf>
- Revista Dinero. (2018). La venta de bicicletas en Colombia está pasando por su mejor momento. Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/venta-de-bicicletas-nuevas-en-colombia-en-2018/259828>
- Ries, E. (2008). Lean Startup. Obtenido de [https://www.academia.edu/30311803/El\\_M%C3%A9todo\\_Lean\\_Startup\\_Eric\\_Ries](https://www.academia.edu/30311803/El_M%C3%A9todo_Lean_Startup_Eric_Ries)
- RIUTORT, C. (2016). Universidad Politécnica de Catalunya. ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE LA ELABORACIÓN DE RUEDAS RECICLABLES PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Obtenido de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/105714/Memoria.pdf>
- Rodríguez, J. P. (2014). Parámetros productivos del caucho (*Hevea brasiliensis*) y su relación espacial con las propiedades físicas y químicas del suelo. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/46821/1/07790788.2014.pdf>

- Rodríguez, L. A. (2015). Sociedad Geográfica de Colombia. Plan de ordenamiento territorial- Cuenca Alta del río Bogotá. Obtenido de: <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/cuencap7.pdf>
- Rodriguez, L. A. (2015). Sociedad Geografica de Colombia. Obtenido de Plan de ordenamiento territorial- Cuenca Alta del río Bogota.: <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/cuencap7.pdf>
- Rojas, F. J. (2013). Poluxunipiloto. Ciclo de vida en el proceso de establecimiento, manejo y producción de caucho natural en la inspección de San Teodoro Municipio la primavera en el vichada Obtenido de: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001221.pdf>
- Romero, M. (2015). RICE HUSK ASH FILLER TREAD COMPOUNDS TO IMPROVE ROLLIN. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/317853570\\_Rice\\_husk\\_ash\\_as\\_filler\\_in\\_tread\\_compounds\\_to\\_improve\\_rolling\\_resistance](https://www.researchgate.net/publication/317853570_Rice_husk_ash_as_filler_in_tread_compounds_to_improve_rolling_resistance)
- Rothstein-Gutiérrez, E., & Roldán-Villegas, J. C. (2014). Factibilidad del proyecto de extracción de aceites esenciales de la naranja en Antioquia. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/668/1/RSO00052.pdf>
- Ruiz, C. (2014). Definición del alcance de la investigación. Obtenido de <https://carlosruiz2010.files.wordpress.com/2014/05/capitulo-5-alcances-investigacion-cuantitativa1.pdf>
- Ruiz, K. L. (2010). Universidad Javeriana. Obtenido de PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL CON ÉNFASIS EN: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/4082/tesis331.pdf;sequence=1>
- San Metal S.A. (2014). San Metal S.A. Termoplásticos Obtenido de: <http://www.sanmetal.es/productos/termoplasticos/nylon-poliamida-6/9#:~:text=Posee%20una%20elevada%20resistencia%20al,engranajes%20trabajan%20de%20forma%20silenciosa.>
- Secretaria de movilidad. (2020). Secretaria de Movilidad. Plan Estratégico/Misión Visión Obtenido de: <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/mision>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2020). Secretaria Distrital de Ambiente. Obtenido de Misión: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/mision>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (s.f.). Ambiente Bogotá. Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá Obtenido de: <http://ambientebogota.gov.co/web/sda/ambiente-por-temas2>
- Semana. (2018). Semana. Más de 835.000 bogotanos prefieren la bicicleta para movilizarse Obtenido de: <https://www.semana.com/nacion/articulo/cuantas-personas-montan-bicicleta-en-bogota/572660>
- SENA. (2020). Tecno parque. Obtenido de <http://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/tecnoparques.aspx>
- Silva, J. Q. (2010). Producción y propiedades químicas del caucho en clones de Hevea según los estados fenológicos. Obtenido de [www.scielo.br https://www.scielo.br/pdf/pab/v47n8/47n08a06.pdf](https://www.scielo.br/pdf/pab/v47n8/47n08a06.pdf)
- Spriet, e.-C. A. (2003). Google patents. Bead reinforcing structure for radial truck tires Obtenido de: <https://patents.google.com/patent/US6659148B1/en>
- Suarez, J. (2015). Gallardo Bikes. Obtenido de: [https://www.youtube.com/watch?v=X1\\_tR20sIUy](https://www.youtube.com/watch?v=X1_tR20sIUy)

- Tautiva, A. (2020). Prezi. PROCESOS INDUSTRIALES EN UNA PLANTA DE NYLON Obtenido de: [https://prezi.com/y\\_p-s16phlms/procesos-industriales-en-una-planta-de-nylon/](https://prezi.com/y_p-s16phlms/procesos-industriales-en-una-planta-de-nylon/)
- Tesouro Ambiental para Colombia. (2020). Tesouro Ambiental para Colombia. Obtenido de [http://buritaca.invepar.org.co/siam/tesouro\\_ambiental/naveg.htm](http://buritaca.invepar.org.co/siam/tesouro_ambiental/naveg.htm)
- TIRE STEWARD SHIT. (2020). Obtenido de <https://www.tirestewardshipmb.ca/>
- Twitter. (2020). Twitter. Obtenido de <https://twitter.com/?lang=es>
- Udara S.P.R. Arachchige, S. G. (2019). INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 8, ISSUE 09. Obtenido de: <http://www.ijstr.org/final-print/sep2019/Environmental-Pollution-By-Tire-Manufacturing-Industry.pdf>
- Universidad Miguel Hernández de Elche. (2019). Universidad Miguel Hernández. Ciencia de Materiales (Fabricación de Nylon Obtenido de: <https://www.youtube.com/channel/UCjJRCnRokoi8nxyGxgu9TA>
- Universidad Nacional de Colombia. (2019, Febrero 20). Laboratorios Bogota Unal. Obtenido de <http://www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/menu-principal/laboratorios/menu-laboratorios/laboratorios-lif/laboratorios-lif/laboratorio-de-ensayos-mecanicos/>
- Universidad Politécnica de Cataluña. (2006). Upcommons.upc. Poliamida Obtenido de: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/191549/poliamida\\_word-5467.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/191549/poliamida_word-5467.pdf)
- Universidad Verde, 2016. La economía circular
- Vanguardia. (2019,). Vanguardia. La ganadería tiene en la mira a cultivos de caucho Obtenido de: <https://www.vanguardia.com/economia/local/la-ganaderia-tiene-en-la-mira-a-cultivos-de-caucho-NI802593>
- Vargas, J. D. (2010). Kit para la extracción y recolección de látex para la empresa gnomo. Medellín: Universidad Eafit.
- Velez, D. G.-J. (2002). Researchgate. From Estudio del Desgaste por delizamiento en seco de algunos plasticos Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/267839376\\_ESTUDIO\\_DEL\\_DESGASTE\\_POR\\_DESLIZAMIENTO\\_EN\\_SECO\\_DE\\_ALGUNOS\\_PLASTICOS](https://www.researchgate.net/publication/267839376_ESTUDIO_DEL_DESGASTE_POR_DESLIZAMIENTO_EN_SECO_DE_ALGUNOS_PLASTICOS)
- VIVEROS, M. P.-S. (2017). ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LLANTAS EN DESUSO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15461/1/Proyecto%20estudio%20de%20prefactibilidad%20para%20la%20recoleccion%20de%20llantas%20en%20desuso%20inal.pdf>
- Waldner Fred, (2014). Tires for the future, we develop sustainability. Obtenido de <https://blobs.continental-tires.com/www8/servlet/blob/394168/084285aec9b53665f49f03ca991fd34e/2014-08-01-case-study-pdf-en-data.pdf>
- Zamudio J. (2017). La llanta como material arquitectónico. Obtenido de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1753/Jose%20Miguel>

13. Anexos  
13.1 Árbol de problemas

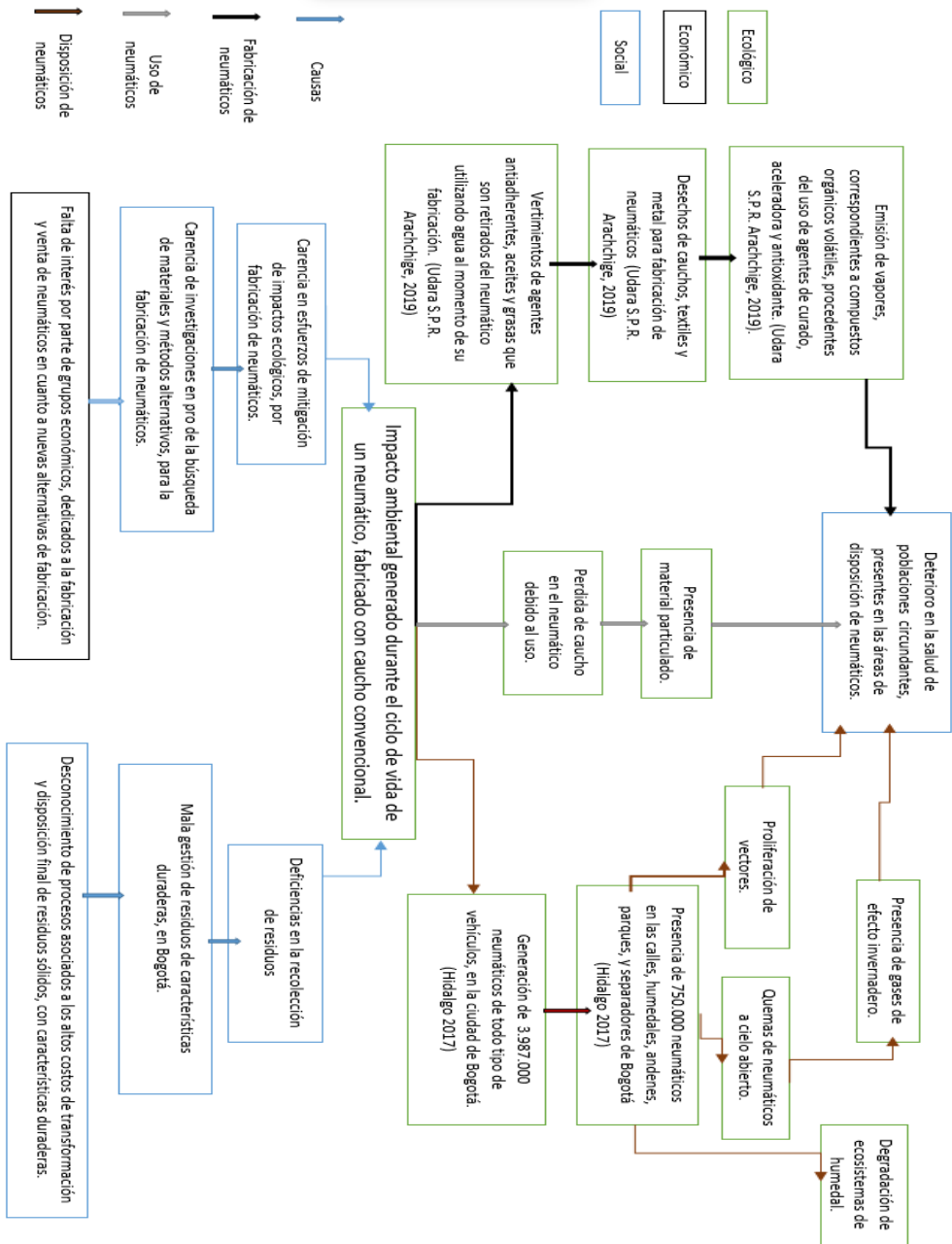



Figura 71: Árbol de problemas

Fuente: Autores.



13.2. Formato de encuesta virtual para el modelo de negocio



Encuesta para el modelo de negocio  
objetivo 2

Edad

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Localidad de Residencia

Tu respuesta \_\_\_\_\_

¿Que tan frecuentemente utiliza la bicicleta para desplazarse?

- Siete días a la semana.
- Cinco días a la semana.
- Tres días a la semana.
- Menos de dos días a la semana.

Figura 72: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Edad, localidad de residencia y pregunta 1)

Fuente: Autores

¿Que tan frecuentemente utiliza la bicicleta para desplazarse?

- Siete días a la semana.
- Cinco días a la semana.
- Tres días a la semana.
- Menos de dos días a la semana.

¿Que tipo de bicicleta usa?

- Ruta.
- Montaña.
- Bmx.
- Electrica.
- Otra.

¿Acostumbra cambiar o hacer mantenimiento a las piezas de su bicicleta?

- Si.
- No.

*Figura 73: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Preguntas 2 – 4)*

**Fuente:** Autores

¿Alguna vez ha cambiado los neumáticos de su bicicleta?

Si.

No.

¿Sabe lo que es un neumático sostenible?

Si.

No.

Figura 74: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Preguntas 5 y 6)

Fuente: Autores

**Leer!**

Nota: Un neumático sostenible, corresponde a una llanta en este caso de bicicleta, que se encuentra elaborada de un material diferente al caucho natural vulcanizado. Dicha alternativa, corresponde a un material reciclable, de tal forma que al culminar con la vida útil del neumático como consecuencia de su desgaste, este material podría reincorporarse a un proceso productivo, para volver a hacer una nueva llanta de bicicleta. Cabe aclarar que las características técnicas de resistencia y desgaste propias de cada tipo de llanta de bicicleta convencional, se mantendrían en magnitudes muy similares y esta no presentaría cámara de aire por lo que además sería antipinchazos. Esto, en base a un diseño de neumático de bicicleta que ya existe en el mercado internacional con un material a base de espuma.

¿Encuentra atractiva la idea de un neumático sostenible para una bicicleta?

Sí

No

¿En caso de que su respuesta en la pregunta anterior sea si. ¿Sería determinante para usted la presencia en el mercado de un neumático sostenible, en caso de querer comprar un neumático?

Si

No

Figura 75: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Nota, Preguntas 7 y 8)

Fuente: Autores

En caso de querer adquirir una bicicleta ¿Sería determinante para usted la presencia de una bicicleta con neumáticos ecológicos en el mercado?

Si  
 No

Atrás **Enviar**

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Este formulario se creó en Universidad El Bosque. [Notificar uso inadecuado](#)

Google Formularios

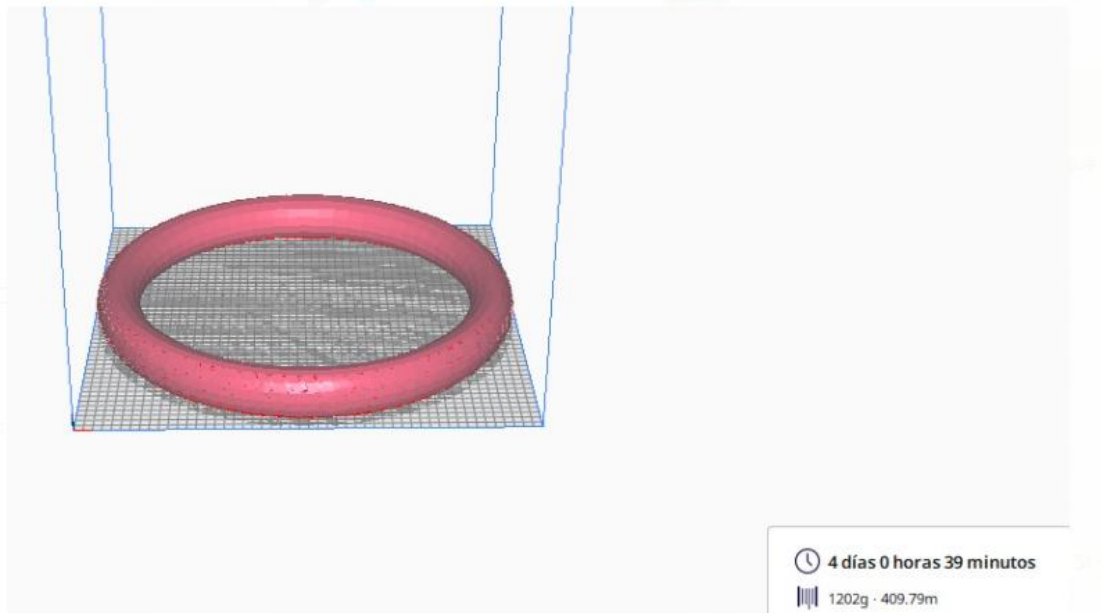
Figura 76: Encuesta para el modelo de negocio, objetivo 2 (Pregunta 9)

**Fuente:** Autores

### 13.2 Presupuesto

**Tabla 34: Presupuesto**

| <b>Rubros</b>  | <b>Específicos</b> | <b>Justificación</b>                                | <b>Costo</b>  | <b>Horas de uso</b> | <b>Total</b>         |
|----------------|--------------------|---|---------------|---------------------|----------------------|
| Uso de equipos | Computador 1       | Investigación y redacción de la monografía          | 1,753,000 COP | NA                  | 1,753,000 COP        |
|                | Computador 2       | Investigación y redacción de la monografía          | 3,199,425 COP | NA                  | 3,199,425 COP        |
| Servicios      | Impresión 3D       | Impresión para el neumático                         | 365000 COP    | NA                  | 365,000 COP          |
| Bibliografía   | Internet           | Búsqueda de información y referentes bibliográficos | 58. 04 COP    | 1440 horas de uso   | 83, 577 COP          |
| <b>Total</b>   |                    |   |               |                     | <b>5,401,002 COP</b> |



*Figura: 77: Cantidad de material y tiempo de fabricación en 3D para un neumático de 48 cm de diámetro.*

Fuente: Autores