



**Implementar los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de  
competición formula SAE eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de  
la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

Negrete Tocte, Alex Paul y Quinapallo Lala, Santiago Paul

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier

16 de mayo del 2022

Latacunga



### Reporte de verificación de contenido

**COPYLEAKS**

MONOGRAFIA\_NEGRETE\_QUINAPALLO.pdf.docx  
Scanned on: 1:29 August 19, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



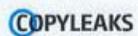
Total Words in Text

Identical Words	341
Words with Minor Changes	242
Paraphrased Words	626
Omitted Words	0

Firma:

Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier

C. C. 050345481-1





**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**  
**Carrera de Tecnología Superior en mecánica Automotriz**

**Certificación**

Certifico que la monografía: **“Implementación de los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición formula SAE eléctrico para la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga”** fue realizado por los señores **Negrete Tocte, Alex Paul y Quinapallo Lala Santiago Paul**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

**Latacunga 16 de agosto del 2022**

Firma:

.....

**Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier**

C. C.: 050345481-1



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en mecánica Automotriz**

### **Responsabilidad de Autoría**

Nosotros **Negrete Tocte, Alex Paul**, con cédula de ciudadanía N° 1754059374, **y Quinapallo Lala Santiago Paul**, con cédula de ciudadanía N° 1726182403, declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición formula SAE eléctrico para la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga 16 de agosto del 2022**

Firma

.....

**Negrete Tocte, Alex Paul**

C.C.: 1754059374

Firma

.....

**Quinapallo Lala, Santiago Paul**

C.C.: 1726182403



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**  
**Carrera de Tecnología Superior en mecánica Automotriz**

**Autorización de Publicación**

Nosotros **Negrete Tocte, Alex Paul**, con cédula de ciudadanía N° 1754059374, y **Quinapallo Lala Santiago Paul**, con cédulas de ciudadanía N° 1726182403, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición formula SAE eléctrico para la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Latacunga 16 de agosto del 2022**

Firma

.....

**Negrete Tocte, Alex Paul**

C.C.: 1754059374

Firma

.....

**Quinapallo Lala, Santiago Paul**

C.C.: 1726182403

### **Dedicatoria**

Dedico de manera cordial y de todo corazón este logro tan importante que lo he obtenido, a mis padres José Negrete y María Tocte, pues sin ellos no lo habría logrado. Sus bendiciones a lo largo de mi formación académica me protegieron y me llevo por el camino del bien. Por eso les doy mi trabajo y mi esfuerzo como ofrenda por su paciencia, sus consejos y sus apoyos incondicionales que me han brindado en todo el trayecto de mi formación académica, gracias padres queridos.

Este logro tan importante también se la dedico a mi querida hermana Karina Negrete, por su apoyo sus palabras de bien que me han servido de guía y de motivación durante mi formación académica, muchas gracias.

### Dedicatoria

Este proyecto lo quiero dedicar a Dios y la Virgen del Quinche, porque siempre me han cubierto con su manto y me han permitido ser una persona de bien y siempre ir por el buen camino en todas las etapas de mi vida.

A mi Padres por darme la vida y saber enseñarme que estudiar es el mejor camino para poderme superar como persona, a mi madre **María** por darme la vida y siempre demostrarme que trabajando duro y confianza en uno mismo siempre llegare lejos, a mi padre **Héctor** por enseñarme el trabajo desde muy pequeño es lo que lo hace gratificante por tenerme paciencia y apoyarme en todas las decisiones que tome.

A mi hermano **Cristhian Quinapallo** por darme el ejemplo de superación y estudio por todo el apoyo que me brindo la confianza y las enseñanzas tanto académicas como personales de que todo lo que uno se fija las puede cumplir por cada día enseñarme que siempre se puede llegar lejos.

A mi hermana **Sofia Quinapallo** por siempre estar en mis momentos tanto malos como buenos brindándome todo el apoyo que todo hermano puede tener por enseñarme que con apoyo de tu familia siempre se puede seguir adelante, a mis abuelos porque siempre han estado en los momentos malos y han sabido aconsejarme de la mejor manera.

### **Agradecimiento**

Gracias a mi universidad y maestros por haberme permitido formarme y en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su gran aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin rendirme en el trayecto de mi formación académica.

## Agradecimiento

Agradezco al ing. Xavier Arias por demostrar la calidad de docente que puede tener tal prestigiada universidad le agradezco por la confianza permitida por saber ayudarme académicamente y ser un tutor excelente ya que al ser una persona exigente forma estudiantes excelentes.

Agradezco a una persona es especial por haberme apoyado en su momento por haberme acompañado en mis tareas en las veladas de deberes por ayudarme a mejorar como persona tanto en el ámbito estudiantil como el ámbito personal gracias por darme el ejemplo de que con el estudio algún día llegare a tener todo lo que me proponga.

Por último, a la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE, me siento orgulloso de pertenecer a la mejor universidad del Ecuador por haberme abierto sus puertas y ser un estudiante de esta prestigiosa institución y por ayudarme a formarme estudiantilmente para en un futuro poder ser un profesional de calidad y de excelencia.

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de Autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de Publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>7</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>17</b>
<b>Índice de tabla .....</b>	<b>23</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>25</b>

Abstrac .....	26
Capítulo I: Anteproyecto .....	27
Tema .....	27
Antecedentes .....	27
Planteamiento del problema.....	29
Justificación.....	30
Objetivos.....	31
<i>Objetivo general</i> .....	31
<i>Objetivos específicos</i> .....	31
Alcance.....	32
Capítulo II: Marco teórico .....	33
¿Qué es la fórmula SAE?.....	33
Pruebas en la formula SAE .....	34
¿Qué es el confort en un vehículo? .....	34

<b>Amplitud del habitáculo .....</b>	<b>35</b>
<b>Cuadros de instrumentos .....</b>	<b>36</b>
<b>Confort acústico .....</b>	<b>37</b>
<b>Confort térmico.....</b>	<b>38</b>
<b>Asientos .....</b>	<b>39</b>
<b>Tipos de asiento .....</b>	<b>40</b>
<i>Según su estructura .....</i>	<i>40</i>
<i>Según su confort .....</i>	<i>42</i>
<i>Según su funcionalidad .....</i>	<i>43</i>
<b>Ergonomía .....</b>	<b>45</b>
<b>Diseño automotriz.....</b>	<b>46</b>
<b>Características para el diseño de un asiento .....</b>	<b>47</b>
<b>Material de fabricación de los asientos de la formula SAE .....</b>	<b>48</b>
<i>Fibra de vidrio .....</i>	<i>49</i>

<i>Propiedades de la fibra de vidrio</i> .....	50
<i>CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono)</i> .....	51
<i>Fibra de carbono</i> .....	52
<i>Fibra de cabuya</i> .....	53
<b>Desfibrado Manual</b> .....	54
<b>Cinturón de seguridad</b> .....	56
<b>Partes de un cinturón</b> .....	57
<i>Sistema de bloque angular</i> .....	57
<i>Sistema de bloqueo por sensibilidad de cinta o de vehículo</i> .....	58
<i>Sistema limitador de carga</i> .....	58
<b>Tipos de cinturón</b> .....	59
<b>Abdominales</b> .....	59
<b>Torácicos</b> .....	60
<b>Mixtos o de tres puntos de anclaje</b> .....	61

<i>Cinturones de tipo arnés</i> .....	61
<i>Cinturón de tres puntos</i> .....	62
<i>Arnés de cuatro puntos</i> .....	63
<i>Arnés de cinco puntos</i> .....	64
<i>Cinturón en X</i> .....	65
<b>Volante de dirección</b> .....	66
<b>Funcionamiento del volante de dirección</b> .....	67
<b>Tipos de volantes de dirección</b> .....	68
<i>Volantes de forma circular</i> .....	68
<i>Volantes de forma semicircular</i> .....	69
<i>Volantes con forma de mariposa</i> .....	69
<i>Volantes convencionales</i> .....	70
<i>Volantes deportivos</i> .....	71
<i>Volantes Tilt</i> .....	71

<i>Volantes abatibles</i> .....	72
Mecanismo de liberación de volante.....	73
Capítulo III: Desarrollo .....	74
Asiento.....	74
<i>Selección del asiento</i> .....	74
<i>Construcción del asiento</i> .....	77
<i>Instalación del asiento en la estructura del prototipo formula SAE</i> .....	85
Adaptador desmontable .....	85
<i>Selección de adaptador desmontable de volante</i> .....	85
<i>Implementación del adaptador desmontable de volante</i> .....	88
<i>Ensamble final</i> .....	88
Volante deportivo .....	89
<i>Selección Volante</i> .....	89
<i>Implementación del volante</i> .....	93

<b>Arnés de seguridad de 5 puntos .....</b>	<b>96</b>
<i>Selección del arnés de seguridad de 5 puntos .....</i>	<i>96</i>
<i>Proceso de selección .....</i>	<i>99</i>
<i>Instalación del arnés de seguridad de 5 puntos .....</i>	<i>100</i>
<i>Ensamble final .....</i>	<i>100</i>
<b>Capítulo IV: Pruebas.....</b>	<b>102</b>
<b>Pruebas de protocolo .....</b>	<b>102</b>
<b>Pruebas en pista.....</b>	<b>103</b>
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>109</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>109</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>110</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>111</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>116</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> <i>Fórmula SAE</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 2</b> <i>Pruebas dinámicas de la fórmula SAE</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 3</b> <i>Amplitud de un vehículo</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 4</b> <i>Pruebas dinámicas de la fórmula SAE</i> .....	<b>36</b>
<b>Figura 5</b> <i>Pruebas dinámicas de la fórmula SAE</i> .....	<b>37</b>
<b>Figura 6</b> <i>Pruebas dinámicas de la fórmula SAE</i> .....	<b>38</b>
<b>Figura 7</b> <i>Pruebas dinámicas de la fórmula SAE</i> .....	<b>39</b>
<b>Figura 8</b> <i>Asientos</i> .....	<b>40</b>
<b>Figura 9</b> <i>Asientos individuales</i> .....	<b>41</b>
<b>Figura 10</b> <i>Asientos corridos</i> .....	<b>41</b>
<b>Figura 11</b> <i>Asientos Blandos</i> .....	<b>42</b>
<b>Figura 12</b> <i>Asientos Duros</i> .....	<b>43</b>
<b>Figura 13</b> <i>Asientos fijos</i> .....	<b>44</b>

<b>Figura 14</b> <i>Asientos Articulados</i> .....	<b>44</b>
<b>Figura 15</b> <i>Asientos Monocascos</i> .....	<b>45</b>
<b>Figura 16</b> <i>Ergonomía en un Asiento</i> .....	<b>46</b>
<b>Figura 17</b> <i>Diseño del Espacio del conductor</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 18</b> <i>Diseño por Bosquejo y CAD</i> .....	<b>48</b>
<b>Figura 19</b> <i>Material de construcción de un asiento</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 20</b> <i>Fibra de vidrio</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 21</b> <i>Fibra de CFRP</i> .....	<b>52</b>
<b>Figura 22</b> <i>Fibra de carbono</i> .....	<b>52</b>
<b>Figura 23</b> <i>Compacto de fibra de carbono</i> .....	<b>53</b>
<b>Figura 24</b> <i>Fibra de carbono</i> .....	<b>54</b>
<b>Figura 25</b> <i>Planta de cabuya</i> .....	<b>55</b>
<b>Figura 26</b> <i>Golpeado de la planta de cabuya</i> .....	<b>55</b>
<b>Figura 27</b> <i>Desfibrado de la cabuya</i> .....	<b>56</b>

<b>Figura 28</b> Cinturones de seguridad.....	<b>57</b>
<b>Figura 29</b> Sistema de anclaje .....	<b>57</b>
<b>Figura 30</b> Sistemas de bloqueo .....	<b>58</b>
<b>Figura 31</b> Limitador de carga .....	<b>59</b>
<b>Figura 32</b> Cinturones abdominales.....	<b>60</b>
<b>Figura 33</b> Cinturones torácicos.....	<b>60</b>
<b>Figura 34</b> Cinturones Mixtos .....	<b>61</b>
<b>Figura 35</b> Cinturones mixtos .....	<b>62</b>
<b>Figura 36</b> Cinturones de tres puntos.....	<b>63</b>
<b>Figura 37</b> Arnés de cuatro puntos .....	<b>64</b>
<b>Figura 38</b> Arnés de cinco puntos .....	<b>65</b>
<b>Figura 39</b> Cinturones en x .....	<b>66</b>
<b>Figura 40</b> Volante de dirección de un fórmula SAE .....	<b>67</b>
<b>Figura 41</b> Principio físico de la dirección y su funcionamiento.....	<b>68</b>

<b>Figura 42</b> <i>Volante de forma circular</i> .....	<b>69</b>
<b>Figura 42</b> <i>Volante de forma semicircular</i> .....	<b>69</b>
<b>Figura 43</b> <i>Volante de forma mariposa</i> .....	<b>70</b>
<b>Figura 44</b> <i>Volante convencionales</i> .....	<b>70</b>
<b>Figura 45</b> <i>Volante deportivos</i> .....	<b>71</b>
<b>Figura 46</b> <i>Volantes de dirección tipo tilt</i> .....	<b>72</b>
<b>Figura 47</b> <i>Volante abatibles</i> .....	<b>72</b>
<b>Figura 48</b> <i>Mecanismos de liberación</i> .....	<b>73</b>
<b>Figura 49</b> <i>Molde de asiento de fórmula SAE</i> .....	<b>78</b>
<b>Figura 50</b> <i>Mezcla de materiales para el proceso de fabricación del asiento</i> .....	<b>78</b>
<b>Figura 51</b> <i>Aplicación de resina epóxica sobre la tela de fibra de vidrio</i> .....	<b>79</b>
<b>Figura 52</b> <i>Asiento retirado del molde</i> .....	<b>79</b>
<b>Figura 53</b> <i>Quitar los excedentes de la fibra de vidrio</i> .....	<b>80</b>
<b>Figura 54</b> <i>Mezcla de masilla</i> .....	<b>80</b>

<b>Figura 55</b> <i>Proceso de masillado</i> .....	<b>81</b>
<b>Figura 56</b> <i>Proceso de lijado</i> .....	<b>81</b>
<b>Figura 57</b> <i>Proceso de revisión de las imperfecciones del asiento</i> .....	<b>82</b>
<b>Figura 58</b> <i>Proceso de masillado con mustang</i> .....	<b>82</b>
<b>Figura 59</b> <i>Proceso de lijado</i> .....	<b>83</b>
<b>Figura 60</b> <i>Proceso de pintado con fondo de relleno</i> .....	<b>83</b>
<b>Figura 61</b> <i>Proceso de pintado con pintura</i> .....	<b>84</b>
<b>Figura 63</b> <i>Asiento terminado</i> .....	<b>84</b>
<b>Figura 64</b> <i>Adaptador desmontable de volante</i> .....	<b>86</b>
<b>Figura 65</b> <i>Adaptador desmontable sujeto al volante</i> .....	<b>89</b>
<b>Figura 66</b> <i>Volante sparco tipo deportivo</i> .....	<b>90</b>
<b>Figura 67</b> <i>Volante circular sparco deportivo</i> .....	<b>94</b>
<b>Figura 68</b> <i>Ubicación del eje dentado</i> .....	<b>94</b>
<b>Figura 69</b> <i>Instalación del acople rápido en el volante</i> .....	<b>95</b>

<b>Figura 70</b> <i>Instalación del volante en la columna de dirección</i> .....	<b>95</b>
<b>Figura 71</b> <i>Volante instalado</i> .....	<b>96</b>
<b>Figura 72</b> <i>Arnés de seguridad de 5 puntos</i> .....	<b>97</b>
<b>Figura 73</b> <i>Arnés de seguridad de 5 puntos instalado</i> .....	<b>101</b>
<b>Figura 74</b> <i>Prototipo de fórmula SAE preparado para la prueba de ruta</i> .....	<b>103</b>
<b>Figura 75</b> <i>Recorrido de la pista (Vista y trazado en mapa)</i> .....	<b>104</b>
<b>Figura 76</b> <i>Recorrido de la pista (vista y trazado en mapa satelital)</i> .....	<b>104</b>
<b>Figura 77</b> <i>Pista de prueba</i> .....	<b>105</b>
<b>Figura 78</b> <i>Comportamiento en cuestas-curvas</i> .....	<b>106</b>
<b>Figura 79</b> <i>Comportamiento en pendientes-rectas</i> .....	<b>106</b>
<b>Figura 80</b> <i>Comportamiento en bajadas-curvas</i> .....	<b>107</b>
<b>Figura 81</b> <i>Comportamiento en bajadas</i> .....	<b>107</b>
<b>Figura 82</b> <i>Comportamiento en obstáculos</i> .....	<b>108</b>

**ÍNDICE DE TABLA**

<b>Tabla 1</b> <i>Tabla de tensión de la fibra de vidrio</i> .....	<b>51</b>
<b>Tabla 2</b> <i>Características de asiento Fórmula SAE</i> .....	<b>75</b>
<b>Tabla 3</b> <i>Observaciones del asiento fórmula SAE</i> .....	<b>76</b>
<b>Tabla 4</b> <i>Selección correcta del asiento</i> .....	<b>77</b>
<b>Tabla 5</b> <i>Características del adaptador</i> .....	<b>86</b>
<b>Tabla 6</b> <i>Observaciones del adaptador desmontable</i> .....	<b>87</b>
<b>Tabla 7</b> <i>Selección de adaptador desmontable</i> .....	<b>88</b>
<b>Tabla 8</b> <i>Características de volante</i> .....	<b>91</b>
<b>Tabla 9</b> <i>Observaciones del volante</i> .....	<b>92</b>
<b>Tabla 10</b> <i>Selección correcta del volante</i> .....	<b>93</b>
<b>Tabla 11</b> <i>Características del arnés de 5 puntos</i> .....	<b>98</b>
<b>Tabla 12</b> <i>Observaciones del arnés de seguridad de 5 puntos</i> .....	<b>99</b>
<b>Tabla 13</b> <i>Selección correcta del arnés de 5 puntos</i> .....	<b>100</b>

<b>Tabla 14</b> <i>Resultados de la prueba de ruta</i> .....	<b>108</b>
--	------------

## Resumen

La implementación y construcción del presente trabajo, opta como prioridad la seguridad y el confort que debe tener un prototipo de fórmula SAE el cual tiene el principio fundamental de ser amigable y seguro para el piloto quien deberá estar seguro y cómodo a la hora de conducir por periodos de tiempo cortos o a su vez estos sean periodos de tiempo largos. En la elaboración e implementación de los accesorios de seguridad se puede encontrar los siguientes componentes que son el asiento el cual está diseñado y fabricado por fibra de vidrio las cuales ayudaran a que este tenga una mayor resistencia y en cuanto a su peso debe ser el más reducido para evitar problemas de potencia en cuanto a la potencia del vehículo. En cuanto a la implementación del volante y el acople rápido de sujeción estos deben ser seleccionados en diferentes pruebas confiables que ayuden a obtener los resultados positivos para que puedan ser implementados y colocados esto asegurando una colocación y liberación rápida según lo que el piloto necesite. Para la implementación del arnés de seguridad este se deberá elegir en cuanto al máximo nivel de seguridad, comodidad, que pueda brindar al piloto, el sistema deberá proporcionar fácil colocación y liberación, este proceso de selección ayudara a que un arnés de seguridad pueda brindar todo lo antes mencionado. Destacando así que todos estos accesorios puedan brindar la mayor seguridad al piloto en caso de una colisión, mediante el proceso selectivo sea eficiente y confiable para obtener los mejores resultados en cuanto a todos los accesorios que deban ser implementados en el monoplaza SAE eléctrico.

*Palabras clave:* Sistemas de seguridad, confort ergonómico, confort acústico, fórmula SAE, Prueba de ruta.

## Abstrac

The implementation and construction of this work, chooses as a priority the safety and comfort that must have a prototype of formula SAE which has the fundamental principle of being friendly and safe for the pilot who must be safe and comfortable when driving for short periods of time or at the same time these are long periods of time. In the elaboration and implementation of the safety accessories, the following components can be found: the seat, which is designed and manufactured with fiberglass, which will help it to have a greater resistance and in terms of weight, it must be the most reduced to avoid power problems in terms of the vehicle's power. Regarding the implementation of the flywheel and quick release coupling, these must be selected in different reliable tests that help to obtain positive results so that they can be implemented and placed, ensuring a quick placement and release according to the pilot's needs. For the implementation of the safety harness, it should be chosen in terms of the maximum level of safety, comfort, that it can provide the pilot, the system should provide easy placement and release, this selection process will help a safety harness can provide all of the above mentioned. Thus emphasizing that all these accessories can provide the greatest safety to the pilot in case of a collision, through the selective process is efficient and reliable to obtain the best results in terms of all the accessories to be implemented in the SAE electric single-seater.

*Keywords:* Safety systems, ergonomic comfort, acoustic comfort, SAE formula, Road test.

## Capítulo I

### Anteproyecto

#### Tema

Implementación de los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE

#### Antecedentes

Con el paso de los años las Universidades incentivan a los estudiantes a incursionar en el mundo automovilístico referente a la fórmula SAE. Mediante la investigación, el diseño, implementando de con el fin de obtener mayores avances tecnológicos.

Manotoa-Garcia, (2016), en su proyecto, “Diseño y construcción de un asiento ergonómico en fibra natural aplicado a un vehículo de competencia tipo fórmula SAE para la ESPOCH”, hablan acerca del diseño y la construcción de un asiento ergonómico que cumple con las medidas y las normas de seguridad de la formula SAE 2015 mediante el estudio de la rigidez y el ángulo de inclinación que el mismo debe poseer para obtener así las medidas adecuadas para los agujeros donde debe ir colocado el arnés de seguridad, luego de la investigación realizada mediante software inteligentes se realizó el diseño y la construcción de un asiento ergonómico elaborado a base de fibra de cabuya, material resistente económico y de larga duración.

Villarreal, V. (2016), quien elaboró el proyecto, “Estudio de la eficiencia de los cinturones de seguridad de vehículos categoría M1 y N1 según norma RTE INEN 034”, ayuda a comprender acerca de los diversos cinturones de seguridad que podemos colocar en diferentes vehículos e incluso en vehículos de competencias como son los de la formula SAE eléctricos, los estudios realizados acerca de diversas marcas de cinturones tanto nacionales como internacionales se llegó a entender que en cuanto resistencia eran propensos a tener un 20% de deformación ante un posible accidente, en conclusión nos

da a entender que existen varios tipos de arneses de seguridad pero lo que más importa es el material del cual estos puedan ser contruidos, así como en pruebas realizadas con arneses en caso de un choque la resistencia de cualquier cinturón de seguridad es mínima por lo cual el piloto está expuesto a lesiones graves.

Picón, J. (2016), quien elaboro su tesis, “Diseño de prototipo de volante para un vehículo tipo formula SAE mediante técnicas de optimización estructural”, el trabajo manifiesta que una metodología se logró obtener un diseño y un resultado optimo ya que los cálculos se tomaron de un monoplaza elaborado por el equipo UPS Racing team, ya que el reglamento de la formula SAE es estricto este no permite adquirir o diseñar volante con respecto a la seguridad y la comodidad del piloto y es por esto que todos los equipos se ven obligados a adquirir un volante ya que hay escasa información acerca de ello. En conclusión, en este trabajo se llegó a realizar el diseño y la elaboración de un prototipo de volantes mediante la construcción por medio de técnicas de impresión en 3D ya que se puede construir objetos resistentes y de diversas geometrías acordes a las necesarias que debe tener un volante de un vehículo de formula SAE eléctrico.

La fórmula SAE busca que los estudiantes de mecánica automotriz obtengan cocimientos que tenga base en las experiencias para poder desarrollar proyectos que tengan un impacto tanto internamente e incluso a tener un impacto a nivel nacional e internacional, esto busca que los estudiantes no busquen autos veloces por el contrario busca unir diversas formas tanto técnicas como económicas en cuanto a su seguridad y a la comodidad que estos vehículos deben entregar al piloto.

De esta manera se decidió por el proyecto de titulación Implementación de los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE.

## **Planteamiento del problema**

Desde la creación de la fórmula SAE se han presentado varias interrogantes en cuanto a la seguridad y el confort que debe poseer un vehículo de competición es por eso que con el avance de los años se han implementado varias normas y reglamentos con los cuales un vehículo de competición de fórmula SAE eléctrico pueda competir, el principal objetivo de estas normas es poder garantizar la integridad y la vida de un piloto.

Las consecuencias que traen estas inconformidades hacia el piloto serian fatales ya que podrían causar choques, cansancio, irritación en la integridad física del piloto, que pierda la concentración que debe tener a la hora de manejar un vehículo a grandes velocidades, es así que con el pasar de los años y mediante los avances tecnológicos se debe ir implementando y buscando alternativas eficientes y de calidad que respondan a la necesidad del piloto.

Por otro lado, el sistema de seguridad y confort que brinda un vehículo de competición de fórmula SAE eléctrico debe garantizar comodidad, calidad y seguridad al piloto en caso de una colisión; manteniendo el cuidado y preservar la vida e integridad física del piloto, logrando así que, con los reglamentos, normas y el equipo necesario el vehículo pueda ser seguro para su manejo.

## **Justificación**

La Fórmula SAE busca que estudiantes universitarios brinden alternativas para el desarrollo y avance de nuevas tecnologías tanto de confort como de seguridad y así sean aprobados e implantados en vehículos de competición de la categoría mencionada.

Por lo que implementar equipos de seguridad y confort mediante el uso de nuevas tecnologías evitando los riesgos de que el piloto sufra lesiones o cansancio corporal al momento de estar expuesto durante tiempos prolongados al volante. Investigaciones anteriores nos permiten realizar mejoras acerca de los puntos importantes que se debe considerar en un vehículo de competición fórmula SAE.

Hoy en día la comunidad mantiene una visión errónea acerca del funcionamiento, costo, duración, seguridad y confort que puede prometer un vehículo con un motor eléctrico. Mediante la elaboración y ejecución de la propuesta planteada se buscará información verídica para que las personas obtengan mayor confianza con la seguridad y confort que puede ofrecer un vehículo eléctrico este sea de usos personal o de competición.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Implementar los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

### ***Objetivos específicos***

- Analizar información confiable acerca de las normas y el confort y los sistemas de seguridad que puede tener un vehículo monoplaza para un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico.
- Crear un prototipo eficiente mediante el análisis de la información recopilada con el fin de obtener un prototipo de confort para un vehículo de competición fórmula SAE eléctrico.
- Realizar pruebas de funcionamiento respectivas en cuanto al prototipo diseñado y funcional.

**Alcance**

El presente proyecto técnico busca implementar los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico, Surge de la necesidad de mejorar la integridad, seguridad y el bienestar que debe tener un piloto a la hora de conducir un vehículo monoplace fórmula SAE eléctrico.

EL análisis que ayudara a sustentar el proyecto es en base a Investigaciones e información de fuentes confiables para la correcta ejecución del sistema de accesorios de confort y seguridad, la correcta ejecución del proyecto permitirá obtener mayor eficacia en el sistema de seguridad para el piloto mejorando el acondicionamiento al conducir y aportando al área de investigación de un vehículo monoplace fórmula SAE eléctrico.

Permitiendo que todo el sistema de confort y seguridad tengan un buen funcionamiento y evite lesiones o incomodidad al piloto al realizar la respectiva ruta de manejo, así después de las pruebas a aprobar este prototipo contribuirá al campo de trabajo e investigación para futuros investigadores con respecto a un vehículo monoplace prototipo de competición de Fórmula SAE eléctrico

## Capítulo II

### Marco Teórico

Implementación de los accesorios de confort y seguridad para un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE.

#### ¿Qué es la fórmula SAE?

Fórmula SAE es una competencia internacional realizada por la organización SAE International (Society of Automotive Engineers) con el fin de que estudiantes universitarios de todas partes del mundo, diseñen y construyan un prototipo funcional de un vehículo tipo Fórmula.

El equipo debe diseñar, construir e implementar componentes, buscar y organizar recursos: humanos, materiales y económicos, y emplear procesos de fabricación manejando técnicas y herramientas de construcción, con el fin de producir el prototipo, bajo los reglamentos y estándares de la competencia, establecidos por SAE.

#### Figura 1

*Fórmula SAE*



*Nota.* Tomado de <https://formulasae.unimet.edu.ve/competencia>

## Pruebas en la formula SAE

Durante la competencia el equipo debe pasar distintas pruebas, entre ellas las pruebas estáticas, donde se evalúa el diseño y administración de los recursos del equipo, hasta las pruebas dinámicas, donde se evalúa el desempeño que tiene el vehículo en pista. Es una ocasión única para desarrollar habilidades en el marco de un intercambio académico, profesional y cultural que promueva la formación de profesionales integrales.

### Figura 2

*Pruebas dinámicas de la fórmula SAE*



*Nota.* Tomado de <https://formulasae.unimet.edu.ve/competencia>

(SAE, 2020)

### ¿Qué es el confort en un vehículo?

El confort es un aspecto muy cuidado, y su evolución está sujeta a una serie de factores, ya que no conviene prescindir por completo de ruidos y sensaciones de desigualdad de la calzada. Un excesivo confort aísla demasiado al conductor de su entorno, lo que puede provocar una falta de recepción de informaciones importantes, lo que provoca una relajación y falta de atención del conductor.

Los sistemas que más influyen en el confort son:

- Amplitud del habitáculo.
- Confort acústico.
- Climatización idónea.
- Cuadros de instrumentos más visibles.
- Elevelunas con sistema antriatrapamiento.

### **Amplitud del habitáculo**

Los fabricantes de automóviles cada día dan mayor importancia al espacio interior, sacrificando en algunos casos el diseño exterior para conseguir una amplitud adecuada en las plazas delanteras y traseras, que permitan situarse cómodamente en cada una de las plazas sin sentir la sensación de agobio.

### **Figura 3**

*Amplitud de un vehículo*



*Nota.* Tomado de <https://www.todomecanica.com/blog/78-confort-elementos-conceptos.html>

Lo que se pretende es hacer del habitáculo del vehículo un lugar más habitable y con las comodidades de que disponemos. Para conseguir este objetivo los fabricantes incorporan las siguientes medidas:

- Asientos confortables y con sistemas de refrigeración.
- Mandos de instrumentos más ergonómicos para facilitar su manejo.

#### Figura 4

*Pruebas dinámicas de la fórmula SAE*



*Nota.* Tomado de <https://www.todomecanica.com/blog/78-confort-elementos-conceptos.html>

#### Cuadros de instrumentos

- Cuadros de instrumentos más visibles, con el fin de cansar la vista del conductor.  
Algunos sistemas en fase de desarrollo proyectan la información sobre la lana delantera, para facilitar la conducción.
- Los cuadros de instrumentos presentan luces de tonalidades no agresivas para evitar perder la sensación de confort.

**Figura 5**

*Pruebas dinámicas de la fórmula SAE*



*Nota.* Tomado de <https://gestion.pe/tendencias/cuesta-fabricar-auto-formula-1-231197-noticia/>

**Confort acústico**

En la fabricación de automóviles la acústica es objeto de grandes estudios con el fin de evitar las vibraciones, frecuencias de resonancias y otros agentes causantes del ruido. Una vez localizadas las fuentes que producen el ruido, se diseñan estas zonas para aminorar en lo posible el ruido. Para reducir el nivel de ruido se emplean materiales insonorizantes en la fuente que lo produce. El confort acústico del vehículo se mejora con los equipos de sonido, que permiten a los ocupantes del vehículo escuchar de mejor manera.

**Figura 6**

*Pruebas dinámicas de la fórmula SAE*



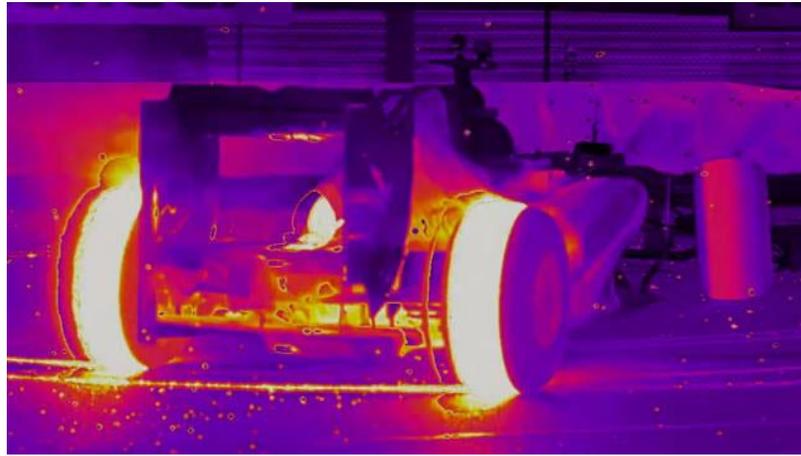
*Nota.* Tomado de <https://www.carglass.es/blog/coche-a-punto/que-es-aislamiento-acustico-un-coche/>

**Confort térmico**

Los sistemas de climatización permiten mantener una temperatura constante dentro del vehículo. Los sistemas de climatización combinan la calefacción, la temperatura exterior y el aire acondicionado de forma automática con el fin de mantener temperatura constante. Los sistemas de climatización más avanzado permiten la regulación de la temperatura por zonas (conductor y acompañante).

**Figura 7**

*Pruebas dinámicas de la fórmula SAE*



*Nota.* Tomado de <https://noticias.coches.com/videos/como-se-ve-el-mundo-con-una-camara-termica-de-f1/167604>

(Mecanica, 2007)

**Asientos**

Son elementos que brindan comodidad, sobre los cuales las personas que ocupan el vehículo se acomodan de forma directa.

## Figura 8

### *Asientos*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/67cSuA>

En los últimos años su evolución ha sido muy importante pasando así de ser un elemento estructural y de funcionamiento básico a ser un elemento bastante sofisticado y participe de forma directa de la seguridad del pasajero dentro del habitáculo.

### **Tipos de asiento**

#### ***Según su estructura***

Se pueden clasificar dependiendo de muchos criterios:

- **Asientos individuales:** son considerados asientos individuales los asientos que generalmente están ubicados en la parte delantera de los vehículos convencionales.

**Figura 9**

*Asientos individuales*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/E37DXH>

- **Asientos corridos:** se consideran asientos corridos a los que generalmente se encuentran ubicados en la parte trasera de los vehículos convencionales.

**Figura 10**

*Asientos corridos*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/E37DXH>

### ***Según su confort***

Según la dureza del material del cual este relleno el asiento se clasifica en:

- **Blandos:** Este tipo de asientos son aquellos que son utilizados en todo tipo de autos convencionales o mejor dicho comerciales donde lo principal es el confort y el bienestar de los usuarios

### **Figura 11**

*Asientos Blandos*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/Lr9XSD>

- **Duros:** Este tipo de asientos son empleados principalmente en autos de competencias en donde no es de suma importancia el confort sino más bien la seguridad entregando este tipo de asientos un agarre el cual ayuda a disminuir las oscilaciones producidas por este tipo de conducción.

**Figura 12**

*Asientos Duros*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/vMxWLF>

***Según su funcionalidad***

Este tipo de asientos depende del espacio que se puede aprovechar en el habitáculo, según esto se dividen en:

- **Fijos:** Se consideran asientos fijos los que permiten ciertos movimientos de regulación, cuentan con una estructura rígida, incorporan cinturones de seguridad y tradicionalmente son los asientos delanteros.

**Figura 13**

*Asientos fijos*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/Etwzav>

- **Articulados:** Son considerados asientos articulados a los que se pueden plegar para poder permitir el acceso y también para poder aumentar el tamaño de la parte trasera de los autos convencionales.

**Figura 14**

*Asientos Articulados*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/umyZU2>

- **Monocasco:** Son considerados asientos ultraligeros elaborados con materiales resistentes al fuego, materiales que absorben el impacto y con cojines antideslizantes son asientos utilizados específicamente para vehículos de competición.

**Figura 15**

*Asientos Monocascos*



*Nota.* Tomado de <https://goo.gl/TXTuUg>

## **Ergonomía**

Comúnmente para el proceso de diseño de cualquier tipo de vehículos se toman en cuenta factores durante la fabricación para conseguir vehículos que sean de gran fiabilidad y ergonómicos es uno de los campos en el cual se compite para poder obtener un desequilibrio en los compradores. La población cada día exige productos que satisfagan sus necesidades por lo cual ahora las empresas están implementando lo que hace algunos años algunos de los fabricantes no hicieron implementar a sus ergónomos locales, pero actualmente se puede decir que todos lo están haciendo, sin embargo, existen algunas empresas que aún tienen un conocimiento primitivo de la ergonomía y esto a lo largo es una desventaja para la industria. Los grandes fabricantes de automóviles actualmente tienen más de un experto en diseño ergonómico el cual utiliza las técnicas y herramientas adecuadas para de esta 12 manera obtener equipos ergonómicos que cumplan con las necesidades del cliente. Las técnicas y

herramientas que utilizan los ergónomos son los datos de diseño y herramientas CAD. Este mismo método también es ocupado por ingenieros, pero se ha evidenciado que no es un método apropiado para diseñadores en su gran mayoría.

### **Figura 16**

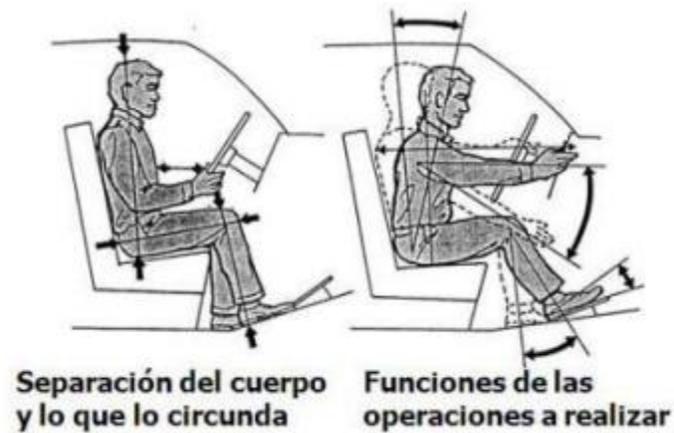
*Ergonomía en un Asiento*



*Nota.* Tomado de <https://www.lifeder.com/tipos-de-ergonomia/>

### **Diseño automotriz**

Gracias al interés de conocer las medidas humanas las cuales intervienen en el desarrollo de las actividades y funciones, la antropometría se ha ido convirtiendo en una ciencia muy útil para desarrollar objetos y espacios que cumplan con los requisitos que se exigen. En la industria automotriz el adecuado desempeño del chofer se determina por varios factores, pero de los cuales destacan las dimensiones, la adaptación y si se va a diseñar un asiento individual.

**Figura 17***Diseño del Espacio del conductor*

*Nota.* Tomado de

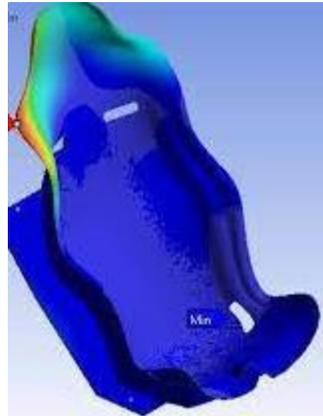
=UTF8BVGvzaXMgSS4gTS4gNDY0IC0gSW50cmIhZ28==%20=UTF8BIFPDoW5jaGV6IEFuZHLdQXMgR29uemFsby5wZGY==%20(2).pdf

**Características para el diseño de un asiento**

El peso, las restricciones que se tiene con el costo y a esto sumado la naturaleza del vehículo, requieren que los materiales de construcción para el asiento y el comportamiento del asiento sea la más sencilla, además para ajustarse al asiento se debe conocer el tamaño y la distancia de los pedales. Para el diseño del asiento primeramente se lo desarrolla en arcilla, en donde se plasma las dimensiones antropométricas principales, las mínimas que son para la longitud del asiento y las máximas que corresponden al ancho y alto del espaldar.

**Figura 18**

*Diseño por Bosquejo y CAD*



*Nota.* Tomado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/>

Varios diseñadores incluyen una restricción para la cabeza como parte del diseño, sabiendo que esto arruina el estilo y la estética del vehículo. La estética y la forma del asiento van siendo desarrolladas tomando en cuenta las constantes de los dos extremos de la población la cual es objetivo de diseño.

(Intriago, 2018)

**Material de fabricación de los asientos de la formula SAE**

Su construcción puede ser de:

- fibra de vidrio
- CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono),
- fibra de carbono o fibra de carbono Kevlar
- fibra de cabuya

Cuanto más exótico sea el material, menor será el peso y mayor el precio.

(MotorPasion, 2016)

### Figura 19

*Material de construcción de un asiento*

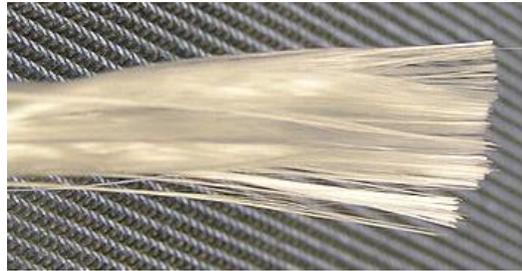


*Nota.* Tomado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-iltnr>

### **Fibra de vidrio**

La fibra de vidrio es un material compuesto por muchas fibras cerámicas extremadamente finas a base de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ).

La fibra de vidrio se conoce comúnmente como un material dieléctrico. También se usa como un agente de refuerzo con muchos productos poliméricos; normalmente se usa para conformar plástico reforzado con vidrio que por metonimia también se denomina fibra de vidrio, una forma de material compuesto consistente en polímero fortalecido con fibra. Por lo mismo, en esencia exhibe comportamientos similares a otros compuestos hechos de fibra y polímero como la fibra *de* carbono. Aunque no sea tan rígida como la fibra de carbono, es mucho más económica y menos frágil.

**Figura 20***Fibra de vidrio*

*Nota.* Tomado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_de\\_vidrio](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio)

***Propiedades de la fibra de vidrio***

**Tensión:** Las tensiones del vidrio generalmente se prueban y reportan para fibras "puras" o primarias (recién fabricadas). Las fibras frescas y finas son las fibras más fuertes porque son más maleables. Cuanto más se raya su superficie, menos duradero es. Debido a que el vidrio tiene una estructura amorfa, sus propiedades son isotrópicas, es decir, son las mismas a lo largo y ancho de la fibra (a diferencia de la fibra de carbono) cuya estructura molecular hace que sus propiedades sean diferentes a lo largo y ancho.

**Tabla 1***Tabla de tensión de la fibra de vidrio*

<b>Tipo de Fibra</b>	<b>Tensión de rotura (MPa)</b>	<b>Esfuerzo de Compresión (MPa)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Dilatación térmica <math>\mu\text{m}/(\text{m}^\circ\text{C})</math></b>	<b>T de ablandamiento o (°C)</b>	<b>Precio dólar/kg</b>
<b>Vidrio clase E</b>	3445	1080	2,58	5,4	846	~2
<b>Vidrio clase S-2</b>	4890	1600	2,46	2,9	1056	~20

*Nota.* Tomado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_de\\_vidrio](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio)

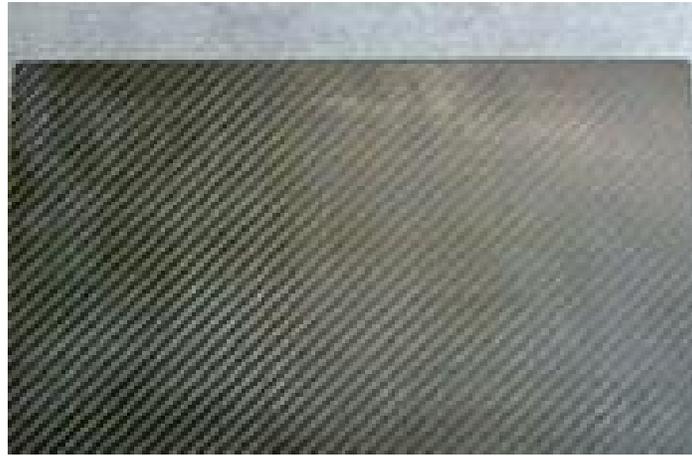
(Wikipedia, 2022)

### **CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono)**

El polímero reforzado con fibra de carbono, que es un plástico reforzado con fibra de carbono o (CFRP, CRP, CFRTP o, a menudo, solo fibra de carbono o incluso carbono), es un plástico muy fuerte y liviano que contiene fibras de carbono. CFRP puede ser costoso de fabricar, pero se usa comúnmente donde se requiere una alta relación resistencia-peso y rigidez, como la industria aeroespacial, automotriz, ingeniería civil, artículos deportivos y otras industrias de aplicaciones e ingeniería de consumo.

**Figura 21**

*Fibra de CFRP*



*Nota.* Tomado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero\\_reforzado\\_con\\_fibra\\_de\\_carbono](https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero_reforzado_con_fibra_de_carbono)

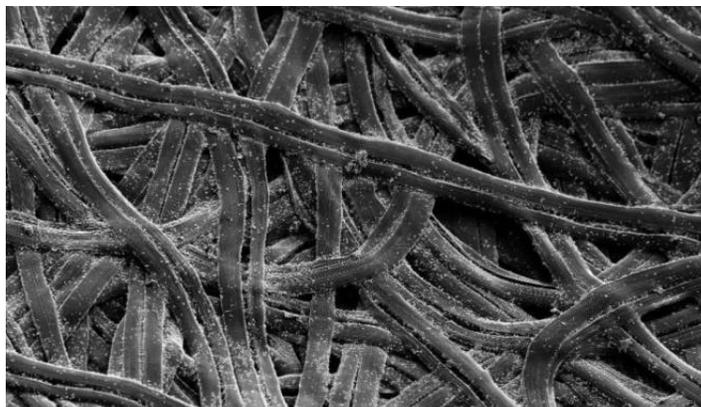
(Wikipedia, 2021)

***Fibra de carbono***

La fibra de carbono se podríamos decir que es una cadena de filamentos ricos en átomos de carbono que se pegan formando una tela, dando lugar a un material que en mezcla con otros como la resina epoxi permiten fabricar esas piezas que vemos en coches de altas prestaciones.

**Figura 22**

*Fibra de carbono*



*Nota.* Tomado de <https://www.diariomotor.com/que-es/tecnologia/fibra-de-carbono/>

La fibra de carbono (FC) como tal es un conjunto de filamentos (hilos) de unos 0,005 – 0,010 mm de diámetro que están formados por átomos de carbono, los cuales están dispuestos aleatoriamente y no de forma ordenada, lo que le confiere una gran resistencia. caracterizándose precisamente por sus excelentes propiedades mecánicas, similares a las del acero, pero con un peso cuatro veces menor, aislando del calor, pero con cierta conductividad eléctrica.

### **Figura 23**

*Compacto de fibra de carbono*



*Nota.* Tomado de <https://www.diariomotor.com/que-es/tecnologia/fibra-de-carbono/>

(Gomez, 2020)

### ***Fibra de cabuya***

La fibra de la cabuya proviene de las hojas de la planta con el mismo nombre, conocida también con el nombre de agave o fique es una planta sumamente rústica, que se viene explotando en Ecuador desde la época pre Incaica. En el campo es una planta que tiene muchas funciones, por ejemplo, se la utiliza para elaboración de géneros textiles y cuerdas, como detergente, combustible, división de tierras, como alimento del ganado y de las personas.

**Figura 24**

*Fibra de carbono*



*Nota.* Tomado de <https://in.pinterest.com/pin/609323024577386677/>

**Desfibrado Manual**

Antes de empezar con el desfibrado se debe tomar en cuenta que una vez que las hojas son cortadas tienen que pasar al proceso de desfibrado antes de las 36 horas siempre y cuando se encuentren en un lugar en el cual no exista lluvia ni sol, en caso contrario las células de las hojas de la cabuya se mueren y empiezan a secarse complicando el proceso del desfibrado

El proceso de desfibrado empieza por el macerado, continua con el golpeado y finalmente con el raspado hasta dejar libre la fibra de la hoja, estos pasos se los cumple tanto en el proceso artesanal como en el proceso industrial.

- **Macerado**

Consiste en realizar atados de 5 a 10 hojas de cabuya y colocarlas dentro de un recipiente cerrado que contenga agua por un tiempo aproximado de 1 mes.

**Figura 25***Planta de cabuya*

*Nota.* Tomado de <http://cuzcoeats.com/es/cabuya-o-maguey-andino-y-su-uso-en-tiempo-de-los-incas/>

- **Golpeado**

Consiste en dar golpes a los atados de hojas de cabuya hasta eliminar por completo la pulpa y la goma que existe en ella.

**Figura 26***Golpeado de la planta de cabuya*

*Nota.* Tomado de <http://docplayer.es/138561296-Universidad-tecnologica-indoamerica.html>

- **Desfibrado**

Finalmente se peina a las fibras que quedan para obtener el material textil adecuado.

**Figura 27**

*Desfibrado de la cabuya*



*Nota.* Tomado de <https://raices.patrimoniomedellin.gov.co/>

(Betancourt, 2017)

**Cinturón de seguridad**

El cinturón es el elemento más importante para la seguridad pasiva, dado que hace de freno de nuestro cuerpo en caso de impacto. En contra de lo que pudiera parecer, el cinturón no sirve para que los pasajeros no se muevan en caso de choque, sino para que amortigüen su deceleración. Además, el cinturón está hecho para estirarse; no es que sus fibras sean elásticas, sino que están tejidas para que pierda anchura y gane longitud con el fin de no causar lesiones graves al usuario.

**Figura 28***Cinturones de seguridad*

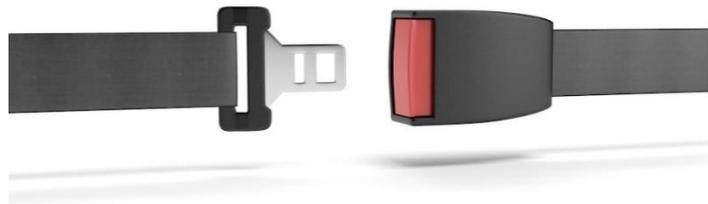
*Nota.* Tomado de [https://web.facebook.com/cinturonesjp/?\\_rdc=1&\\_rdr](https://web.facebook.com/cinturonesjp/?_rdc=1&_rdr)

**Partes de un cinturón**

El mecanismo de un cinturón de seguridad, de diseño modular, consta de los siguientes sistemas:

***Sistema de bloque angular***

Impide la salida de la cinta cuando la inclinación del cinturón en el plano vertical paralelo a la dirección de la marcha excede un valor determinado. Actúa en caso de vuelco.

**Figura 29***Sistema de anclaje*

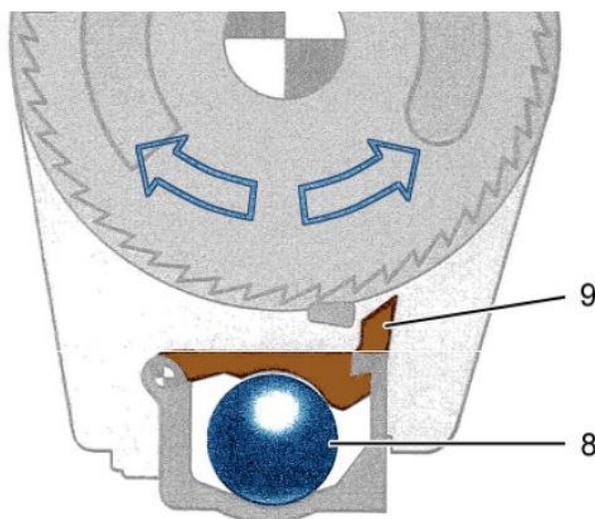
*Nota.* Tomado de <https://ecuador.patiotuerca.com/blog/cinturon-de-seguridad-como-funciona/>

### ***Sistema de bloqueo por sensibilidad de cinta o de vehículo***

Impide la salida de cinta cuando el ocupante se mueve bruscamente hacia delante. Actúa sobre todo en choques frontales.

#### **Figura 30**

*Sistemas de bloqueo*



*Nota.* Tomado de <https://www.motorok.com/noticias/etai-averia-del-cinturon-de-seguridad/>

### ***Sistema limitador de carga.***

Además de la elasticidad propia de la cinta del cinturón de seguridad destinada a absorber la energía, los cinturones suelen estar dotados de sistemas limitadores de carga (en retractor, hebilla o anclaje), que permiten que salga una cantidad controlada de cinta cuando la fuerza sobre pecho o pelvis ha alcanzado unos valores predeterminados, para causar el menor daño posible.

**Figura 31**

*Limitador de carga*



*Nota.* Tomado de <https://precoinprevencion.com>

**Tipos de cinturón**

Existen cuatro tipos básicos de cinturones de seguridad, cuya utilidad y eficacia en caso de sufrir algún siniestro varían de manera considerable:

**Abdominales**

Consisten en una cinta que va de un lado a otro del abdomen (típicos de los asientos de los aviones). En estos, la sujeción que proporcionan no impide que la cabeza y tórax puedan sufrir un importante desplazamiento hacia adelante. Por ello, hoy sólo se instalan en las plazas centrales traseras y tienden a desaparecer.

**Figura 32***Cinturones abdominales*

*Nota.* Tomado de <https://www.bmanuales.com>

***Torácicos***

Cruzan diagonalmente el tórax y retienen el cuerpo mejor que los abdominales, aunque en ciertas colisiones puede producirse un deslizamiento de la persona que lo utiliza, pudiéndose lesionar de este modo el cuello, las vértebras y los pies. Por tal motivo, no son recomendables y ya no se utilizan.

**Figura 33***Cinturones torácicos*

*Nota.* Tomado de <http://www.talleresvilanova.com/>

### ***Mixtos o de tres puntos de anclaje***

Son una combinación de los dos anteriores. Sujetan el tórax y el abdomen, eliminando en gran medida el peligro de deslizamiento del cuerpo y de desplazamiento hacia adelante. Éstos se utilizan actualmente en todas las plazas delanteras y casi todas las traseras, y comienzan a sustituir a los cinturones abdominales en las plazas centrales traseras.

### **Figura 34**

*Cinturones Mixtos*



*Nota.* Tomado de <http://www.talleresvilanova.com/>

### ***Cinturones de tipo arnés***

Pueden ser de cuatro puntos de anclaje, si están formados por dos cintas que sujetan los hombros, a las que se unen otras dos que rodean el abdomen y de *seis puntos de anclaje* si están provistos de dos correas más para las piernas. Son utilizados sobre todo en vehículos de competición, por ser más seguros, pues retienen totalmente el cuerpo, sin permitir que se desplace lo más mínimo.

**Figura 35**

*Cinturones mixtos*



*Nota.* Tomado de <https://es.wikipedia.org>

(Flores, 2012)

### ***Cinturón de tres puntos***

Este tipo de cinturones se los utiliza más en autobuses y aviones, y su colocación es en la parte superior de la cadera del pasajero, en caso de aviones y en buses, se da una sola tira que recorre desde el hombro hasta el extremo opuesto del cadre, no es muy seguro y es causante del “síndrome del cinturón de seguridad” y es la separación de la espina lumbar

**Figura 36***Cinturones de tres puntos*

*Nota.* Tomado de Tomado de: [www.mundodeportivo.com](http://www.mundodeportivo.com)

***Arnés de cuatro puntos***

Este tipo de cinturón o arnés es más utilizado en competencias, para este tipo es necesario un asiento diferente y apto para este elemento, consta de dos tiras que bajan por cada uno de los hombros, se encuentran con dos tiras que vienen de los lados de la cadera para unirse finalmente en un seguro reforzado en la parte media de la cadera. Son más gruesos que los anteriormente mencionados ya la fuerza de inercia que deben soportar es mayor a la de un vehículo clase turismo.

**Figura 37***Arnés de cuatro puntos*

*Nota.* Tomado de <https://es.dhgate.com/product/racing-seat-belts-sabelt-4-point-racing-harness/198504260.html>

***Arnés de cinco puntos***

Este es un cinturón más seguro y con menos restricción de movimiento, lo usa en los asientos para niños y también en autos de carrera, como el de cuatro puntos, tiene una banda transversal adicional que pasa entre las piernas y los separa.

**Figura 38**

*Arnés de cinco puntos*



*Nota.* Tomado de <https://www.solostocks.com.mx>

***Cinturón en X***

Algunos fabricantes han optados por la idea de añadir un segundo cinturón adicional de dos puntos de apoyo, el mismo que se cruza con el ya existente formando un "X". En la actualidad no hay muchos ejemplares de este tipo y son utilizados más a menudo en asientos para niños.

**Figura 39**

*Cinturones en x*



*Nota.* Tomado de <https://pequecosasblog.com/tag/cinturon-de-seguridad/>

(Villareal, 2016)

**Volante de dirección**

El objetivo principal del volante de dirección en un Formula SAE eléctrico es transferir una fuerza tangencial provocado por la fuerza del piloto, a la columna de dirección con la mayor precisión posible. Dicho elemento se encuentra en el interior del cockpit con una forma y posición a la confortabilidad del piloto.

Una de las características que hay que tomar en cuenta al momento de elegir el volante de dirección para un monoplaza Formula SAE es la ergonomía como son los tres principios más importantes: diámetro de agarre, diámetro del volante y el material en el que está fabricado.

El diámetro de agarre es donde el piloto coloca sus manos para conducir el monoplaza, mientras que el diámetro del volante determina la disposición con la que se puede maniobrar el monoplaza, con respecto al material de fabricación deber ser seleccionado cuidadosamente tomando en cuenta el confort del piloto de esta manera se reducirá las molestias durante la competición.

**Figura 40**

*Volante de dirección de un formula SAE*



*Nota.* Tomado de (Picón, 2016)

(Picón, 2016)

**Funcionamiento del volante de dirección**

El volante forma parte del sistema de dirección de un vehículo y nos permite llevar las ruedas directrices al lado que deseemos, de modo que podamos controlar la trayectoria con precisión y sin esfuerzo alguno.

Pero, ¿cómo es posible hacerlo, tratándose de un gran objeto de una o varias toneladas?

El conjunto de mecanismos que componen la dirección de un automóvil tiene sin duda su elemento más importante en el volante, que permite al piloto dirigir la trayectoria de las ruedas directrices. En otras palabras, el volante es lo que nos permite conducir.

Pero hay muchos otros elementos que funcionan para permitir que el volante haga su trabajo de manera eficiente y lo principal con una facilidad para girarlo, los componentes que le transmite el conductor se conectan a las ruedas. El volante antes mencionado está unido a la columna de dirección, que a su vez está conectada a la caja de dirección. La finalidad de este elemento es transmitir el

movimiento de rotación a los ejes de las ruedas mediante una serie de engranajes que facilitan su funcionamiento.

### **Figura 41**

*Principio físico de la dirección y su funcionamiento*



*Nota.* Tomado de (Plaza, Funcionamiento del volante, 2020)

### **Tipos de volantes de dirección**

Estos importantes componentes del vehículo se pueden dividir en dos tipos principales. Por un lado, según su forma, por otro, según su función específica. Sin embargo, independientemente de la clasificación o el tipo, el volante del automóvil le brinda control sobre el mecanismo de dirección, lo que facilita en las curvas, independientemente del peso o el tamaño.

#### ***Volantes de forma circular***

Son los tipos de volantes más frecuentes en cuanto a forma se refiere, dado que admiten un agarre semejante desde cualquier posición de giro, lo que facilita mayor comodidad, así como también seguridad, reduciendo los tiempos de reacción en curvas cerradas.

**Figura 42***Volante de forma circular*

*Nota.* Tomado de (Carglass, 2021)

***Volantes de forma semicircular***

El volante de forma semicircular es muy parecido al volante circular excepto que la parte inferior está ligeramente achatada. La ventaja de esta forma de volante es proporcionar más espacio en el piso del vehículo. También facilita que los conductores entren y salgan del automóvil.

**Figura 42***Volante de forma semicircular*

*Nota.* Tomado de (TopGear, 2022)

***Volantes con forma de mariposa***

Estos tipos de volantes no son muy comunes, se trata de un tipo de volante con forma diseñada

para ocupar poco espacio en un vehículo, como por ejemplo los de Fórmula 1 o los karts. Por esta razón, también pueden ser considerados como volantes de competición.

#### **Figura 43**

*Volante de forma mariposa*



*Nota.* Tomado de (Plaza, Volante formula 1, 2019)

#### ***Volantes convencionales***

Los volantes convencionales son muy usados en la actualidad en casi todos los vehículos, con forma circular y la única función de controlar el mecanismo de dirección de un vehículo.

#### **Figura 44**

*Volante convencionales*



*Nota.* Tomado de (Autopartes, 2016)

### ***Volantes deportivos***

Es un tipo de volante se identifica por su tamaño reducido, lo que brinda mayor espacio para el piloto, así como un agarre más ergonómico, con tiempos de reacción más precisos. Otra ventaja es que muchos modelos son fácilmente desmontables, de modo que el piloto puede llevar el volante consigo como medida de seguridad antirrobo simplemente para salir con mayor facilidad del monoplaza.

### **Figura 45**

*Volante deportivos*



### ***Volantes Tilt***

Son conocido como “volante inclinado”, supone una ventaja en cuanto a la comodidad general del conductor, en tanto que permite inclinarlo en distintas posiciones por medio de un arco pensado para ello. Este tipo de volantes son muy poco comunes.

**Figura 46**

*Volantes de dirección tipo tilt*



*Nota.* Tomado de (HDgate, s.f)

### ***Volantes abatibles***

Con un volante abatible se facilita enormemente la entrada y salida del conductor de su coche. Esto se debe a que es posible moverlos unos 22 centímetros hacia la derecha, por lo que el conductor queda con el espacio completamente despejado.

**Figura 47**

*Volante abatibles*



*Nota.* Tomado de (Winco, JW, 2022)

(Carglass, 2021)

### **Mecanismo de liberación de volante**

El mecanismo de liberación o desconexión rápida del volante de una fórmula SAE debe ser de un fácil acceso la finalidad de este mecanismo es de acoplar y desacoplar el volante de la columna de dirección en de fracción de segundos, pero cuando estos elementos estén acoplados deben estar 100% segura existe una gran variedad de estos mecanismos y la selección depende del diseño que tenga el sistema de dirección generalmente estos vehículos utilizan mecanismo de liberación accionado mediante tornillo pasante y bolas de acero.

#### **Figura 48**

*Mecanismos de liberación*



## Capítulo III

### Desarrollo

#### Asiento

##### *Selección del asiento*

Para la selección del asiento que se implementó en el prototipo formula SAE eléctrico, se visualizaron los 2 asientos de los vehículos que se encuentran en los laboratorios de la universidad, es así como se deben considerar los siguientes puntos de vista.

- Soportar el peso del piloto.
- El tipo de material de fabricación.
- Brindar estabilidad y comodidad al piloto al momento de estar expuesto a un tiempo prolongado en el vehículo.
- Poseer todas las medidas de acuerdo al ángulo de inclinación en cuanto a reglamentos establecidos por la Fórmula SAE.

**Tabla 2***Características de asiento Fórmula SAE*

<b>Características</b>	<b>Definición</b>
<b>Ergonomía</b>	La posición del piloto debe ser tal que esta no suponga problemas a la hora de conducir o de evacuar el vehículo.
<b>Antropometría</b>	Sirve para determinar las medidas y dimensiones de las diferentes partes del cuerpo ya que depende el individuo estas varían según su edad, estatura.
<b>Diseño</b>	Establece ciertas condiciones de ergonomía, seguridad, confiabilidad y confort adecuadas para el piloto durante pruebas de pista o durante la competencia misma, se debe cambiar varias veces la geometría del prototipo.
<b>Rigidez Torsional</b>	La rigidez es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

*Nota.* La tabla 2 indica las características que debe cumplir un asiento para un prototipo formula SAE

Para elegir el asiento fórmula SAE se debe regir a un análisis con opciones que el mismo debe cumplir en la siguiente tabla.

**Tabla 3***Observaciones del asiento fórmula SAE*

<b>Observación</b>	<b>Aprobado</b>
Bajo costo	✓
Tamaño adecuado	✓
Resistencia	✓
Fácil montaje	✓

*Nota.* La tabla 3 nos muestra las observaciones que se aprobaron al momento de la previa selección de un asiento para el prototipo.

En la selección del asiento adecuado para el prototipo se consideraron varios factores para los cuales se llegó a la conclusión de optar por un asiento de fibra de vidrio forrado

Tabla 4

*Selección correcta del asiento*

Tipo de asiento	costo	Seguridad	Confiabilidad	Resistencia	Duración	Tiempo de construcción
<b>Tubular</b>	✓	x	x	x	X	✓
<b>Fibra de cabuya</b>	✓	✓	✓	x	✓	x
<b>Fibra de vidrio</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Plástico</b>	x	x	✓	✓	✓	✓

*Nota.* La tabla 4 indica la correcta selección del asiento de fibra de vidrio

#### **Construcción del asiento**

1. Selección del molde adecuado para realizar el asiento tomando en cuenta la seguridad, ergonomía y confort del piloto, otro de los puntos que debemos tomar en cuenta son las dimensiones que tiene el habitáculo de la estructura de la formula SAE.

**Figura 49**

*Molde de asiento de fórmula SAE*



2. Preparación de los materiales para realizar la primera capa, preparamos la resina y mezclamos con meet de cobalto, para que al tomar contacto con la resina pueda secarse.

**Figura 50**

*Mezcla de materiales para el proceso de fabricación del asiento*



3. Colocamos la malla de fibra de vidrio encima del molde y procedemos a colocar la resina preparada, con la ayuda de una brocha cubrimos todo el sientto y verificar que no quede espacios sin cubrir ya que se debilitara la estructura.

**Figura 51**

*Aplicación de resina epóxica sobre la tela de fibra de vidrio*



4. Realizamos el mismo procedimiento del paso anterior 3 veces. Una vez secado completamente retiramos del molde para poder trabajar con más facilidad.

**Figura 52**

*Asiento retirado del molde*



5. Con una amoladora pulimos todas las partes excedentes de fibra, respetando los bordes del asiento, dando la forma del molde.

**Figura 53**

*Quitar los excedentes de la fibra de vidrio*



6. Para el siguiente paso en un recipiente colocaremos talco chino y resina mesclaremos hasta conseguir una pasta (masilla). Para que la pasta pueda secarse colocaremos meet cobalto conjuntamente con el catalizador y lo volveremos mezclar.

**Figura 54**

*Mezcla de masilla*



7. Aplicamos una capa fina en toda la estructura del asiento, esta mezcla nos permitirá perder las imperfecciones de la fibra.

**Figura 55**

*Proceso de masillado*



8. Una vez secado la pasta procedemos a lijar toda la estructura con una lija de grano 80 tratando de dejar lo más liso posible.

**Figura 56**

*Proceso de lijado*



9. Una vez lijado procederemos a volver a aplicar la pasta si hay imperfecciones hasta tener el asiento completamente liso.

**Figura 57**

*Proceso de revisión de las imperfecciones del asiento*



10. Para las imperfecciones pequeñas usaremos Mustang automotriz.

**Figura 58**

*Proceso de masillado con Mustang*



11. En un recipiente mezclaremos una pequeña cantidad de Mustang masilla plástica y dependiendo el ambiente aplicaremos la cantidad de catalizador. Aplicaremos en

imperfecciones pequeñas, dejar secar y procedemos a lijar con una lija de grano 150.

**Figura 59**

*Proceso de lijado*



12. Limpiaremos por completo el asiento y en un lugar limpio y seco procedemos a aplicar el fondo de relleno, usando un compresor y una pistola adecuada.

**Figura 60**

*Proceso de pintado con fondo de relleno*



13. Una vez secado se podrá observar las imperfecciones más diminutas en el asiento esas

imperfecciones lo cubriremos con masilla epóxica roja y procedemos a pintar.

**Figura 61**

*Proceso de pintado con pintura*



14. Toda la estructura será pintada con tres capas de pintura y lo dejaremos secar durante 30 a 1 hora.

**Figura 63**

*Asiento terminado*



### ***Instalación del asiento en la estructura del prototipo formula SAE***

1. Soldamos dos tubos cuadrados en la estructura del prototipo formula SAE, tomando en cuenta las medidas que posee el asiento.
2. Con un taladro realizamos 4 agujeros que nos servirán como puntos de anclaje en la estructura del prototipo de formula SAE.
3. Con un perno de 8 cm de largo procedemos atornillar el asiento en la estructura.
4. Observamos la figura 3. Terminado la instalación nos quedar de es forma.

### **Adaptador desmontable**

#### ***Selección de adaptador desmontable de volante***

Se analizaron varios tipos de adaptadores que hay en los distintos mercados tanto nacionales como internacionales, tiendas en línea para poder realizar las diferentes pruebas de seguridad, se optó por un adaptador desmontable deportivo este a su vez deberá ser adaptado en la dirección del vehículo.

Analizando esta pieza y después de varias investigaciones se puede decir que su costo es bajo en comparación con otros tipos de adaptadores que cuentan con el mismo mecanismo y brindan incluso menos comodidades.

**Figura 64***Adaptador desmontable de volante***Tabla 5***Características del adaptador*

<b>Características</b>	<b>Definición</b>
<b>Posición</b>	Extiende el volante más cerca del conductor en 55m.
<b>forma</b>	Se adapta a cualquier volante de cubo de 6 orificios.
<b>Fácil montaje</b>	Diseño simple con pernos para encajar entre el eje y el volante, su aplicación es universal.

*Nota.* El adaptador desmontable se divide en dos partes importantes por un lado va sujetado a la parte trasera del volante y por el otro tiene el acople que será colocado en la dirección.

La tabla 5 indica las características con las que cuenta el adaptador desmontable para el volante de la dirección.

El adaptador desmontable e en cuanto a su tiempo de ser colocado este se puede reducir hasta

6 segundos ya que su fácil colocación es de manera fácil y sencilla a la hora de que el piloto necesite salir del vehículo en el menos tiempo posible.

**Tabla 6**

*Observaciones del adaptador desmontable*

<b>Observación</b>	<b>Aprobado</b>
Bajo costo	✓
Tamaño adecuado	✓
Material resistente	✓
Fácil montaje	✓
Compatibilidad	✓

*Nota.* La tabla 6 nos indica las observaciones que se aprobaron a la hora de tomar una decisión adecuada en el adaptador desmontable.

**Tabla 7***Selección de adaptador desmontable*

<b>Tipo de adaptador</b>	<b>costo</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Duración</b>	<b>desmontaje</b>
<b>De cubo</b>	X	x	x	x	x	✓
<b>Buje de volante</b>	x	x	x	x	✓	✓
<b>FireAngels</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Nota.* La tabla 7 nos indica la selección previa del adaptador firme como el correcto para acoplarse a la dirección y al volante del prototipo.

***Implementación del adaptador desmontable de volante***

Para la implementación del adaptador desmontable del volante al momento de adquirir el adaptador esta venia con 6 pernos llave hexagonal los cuales fueron colocador en la parte trasera central del volante.

***Ensamble final***

Una vez sujetado los pernos en el volante y colocada la dirección en línea recta se coloca el volante en forma recta ya que es la única forma en la que el volante ingresa en la columna de la dirección caso contrario este no hace sujeción y tiende a salirse de la posición.

**Figura 65**

*Adaptador desmontable sujeto al volante*



*Nota.* Para la colocación del adaptador desmontable nos ayudamos con la columna de la dirección que este correctamente alineado.

### **Volante deportivo**

#### ***Selección Volante***

Para la selección del volante se observaron los diferentes tipos de volantes que podemos encontrar ya que hay distintos tamaños y modelos.

**Figura 66**

*Volante sparco tipo deportivo*



*Nota.* En la figura 21 se observa la estructura que debe tener y los diferentes puntos de sujeción que se puede encontrar en la parte del centro donde ira el adaptador desmontable.

**Tabla 8***Características de volante*

<b>Características</b>	<b>Definición</b>
<b>Posición y Forma</b>	Poseer un perímetro circular, con respecto a su perímetro exterior este puede tener algunas secciones rectas, la parte superior del volante no debe ser mayor que la superficie de aro frontal del monoplaza.
<b>Fácil montaje</b>	El volante debe tener una desconexión rápida de la columna de dirección.
<b>Seguridad</b>	El juego libre en el sistema de dirección se limita a siete grados totales medidos en el volante.
<b>Ergonomía</b>	El volante debe asegurar la ergonomía a la hora de la conducción, la altura debe estar respecto a las piernas del piloto.
<b>Peso</b>	Dentro de la formula SAE no hay especificaciones reglamentarias estas se limitan a obtener uno con el menor peso admisible y aligerado con respecto al monoplaza.

*Nota.* La tabla 8 nos indica las características que debe tener un volante para ser elegido en el prototipo.

Para realizar una selección del volante indicado para este prototipo se debe cumplir las siguientes especificaciones.

**Tabla 9***Observaciones del volante*

<b>Observación</b>	<b>Aprobado</b>
Bajo costo	✓
Dimensión	✓
Resistencia	✓
Fácil montaje	✓
Peso adecuado	✓

*Nota.* La tabla 9 nos indica las observaciones aprobadas que tiene el volante modelo deportivo

Gracias a los estudios y pruebas realizadas se llegó a la determinación del volante Sparco tipo deportivo. Con el diseño que tiene el volante se puede realizar maniobras adecuadas en cuanto a correcta sujeción del volante.

Proceso de selección del volante tipo deportivo Sparco, se puso a consideración varios tipos de volante de la marca sparco ya que por su costo y variedad de modelos se puede llegar a elegir uno de manera correcta.

Tabla 10

*Selección correcta del volante*

Tipo de volante	costo	Seguridad	Confiabilidad	Resistencia	Material	Montaje
<b>Sparco</b>						
<b>Simoni</b>	X	x	x	x	X	✓
<b>Racing</b>						
<b>Simoni</b>	✓	x	✓	✓	x	✓
<b>Pro-sport R</b>	x	✓	x	x	✓	✓
<b>Deportivo</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Nota.* La tabla 10 nos indica el proceso que se siguió para la correcta selección en cuanto al volante.

### ***Implementación del volante***

1. Seleccionamos el volante adecuado, tomando en cuenta la confortabilidad, tipo de dirección y el espacio que posee el habitáculo de la Fórmula SAE students.

**Figura 67**

*Volante circular sparco deportivo*



2. En la columna de dirección colocaremos un eje dentado donde se encajará el acople de dirección para un desmontaje rápido del volante.

**Figura 68**

*Ubicación del eje dentado*



3. Quitamos la parte plástica del volante, el volante y el acople rápido encajan perfectamente atornillaremos el acople en el volante.

**Figura 69**

*Instalación del acople rápido en el volante*



4. Una vez atornillado instalaremos la parte plástica del volante para que se vea bien estéticamente.

**Figura 70**

*Instalación del volante en la columna de dirección*



5. Una vez instalado todo lo colocamos en la columna de dirección tratando de engranar con las guías que posee el eje y el acople.

### **Figura 71**

*Volante instalado*



### **Arnés de seguridad de 5 puntos**

#### ***Selección del arnés de seguridad de 5 puntos***

Hoy en día la seguridad de una persona es muy importante, en cuanto a lo que se refiere a los diferentes tipos de Arnés de seguridad que pueden tener un vehículo de competencia y mediante investigaciones y análisis optamos por colocar un arnés de seguridad de 5 puntos.

**Figura 72**

*Arnés de seguridad de 5 puntos*



*Nota.* En la figura 24, se observa un arnés de 5 puntos el cual es de fácil apertura basta con presionar un botón que está en la parte central para que este se retire.

**Tabla 11***Características del arnés de 5 puntos*

<b>Características</b>	<b>Definición</b>
Seguridad	Minimizar las heridas en una colisión, impidiendo que el pasajero se golpee con los elementos duros del interior.
Diseño	La porción del regazo se conecta a un cinturón entre las piernas. Además, hay dos cinturones sobre ambos hombros.
Material	Están compuestos por las tiras de seguridad, fabricadas en un compuesto de poliéster para mayor seguridad y resistencia.

*Nota.* La figura 11 nos indica la característica que tiene un arnés de seguridad de 5 puntos para que este pueda ser seguro para el piloto en caso de una colisión.

Para la correcta selección del arnés de seguridad de 5 puntos se consideraron observaciones importantes ya que es uno de los accesorios más importantes en el caso de una colisión del piloto esta debe garantizar lo siguiente.

**Tabla 12***Observaciones del arnés de seguridad de 5 puntos*

<b>Observación</b>	<b>Aprobado</b>
Bajo costo	✓
Confiabilidad	✓
Resistencia	✓
Fácil montaje	✓
Seguridad	✓

*Nota.* La tabla 12 nos indica las observaciones que se cumplieron para la optar por el arnés de seguridad de 5 puntos.

***Proceso de selección***

En este proceso de selección se consideraron diferentes tipos de arnés de seguridad para los cuales se dio por la selección.

**Tabla 13***Selección correcta del arnés de 5 puntos*

<b>Tipo de arnés</b>	<b>costo</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Duración</b>	<b>desmontaje</b>
<b>2 puntos</b>	X	x	x	x	X	✓
<b>3 puntos</b>	x	x	x	x	✓	✓
<b>4 puntos</b>	x	✓	✓	✓	✓	✓
<b>5 puntos</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Nota.* La tabla 13 nos indica la selección que se realizó frente a varios tipos de arnés que existe en el mercado.

***Instalación del arnés de seguridad de 5 puntos***

Al momento de adquirir el arnés de seguridad este viene en el kit con 5 ganchos galvanizados los cuales fueron soldados en el bastidor del monoplaza para brindar mejor seguridad y sujeción al piloto en caso de una colisión.

***Ensamble final***

El arnés de seguridad cuenta con un amplio rango de correa sujetadora para lo cual se procedió a regular la cantidad de arnés o correa ajustable que va desde los ganchos de sujeción hasta la parte del asiento y mediante la cual el piloto pueda colocarse el arnés de una manera fácil y rápida, en el caso de que se necesite sujeción al momento de que el piloto está colocado el cinturón este puede ser regulado desde la parte delantera.

**Figura 73**

*Arnés de seguridad de 5 puntos instalado*



## Capítulo IV

### Pruebas

#### Pruebas de protocolo

Al culminar la construcción del bastidor y asiento, así como la implementación de los diferentes sistemas y componentes se procede a comprobar el funcionamiento de cada uno de ellos de manera que se puede identificar inconvenientes, principalmente en el sistema de seguridad y confort para esto se realiza pruebas de funcionamiento con el fin de identificar alguna anomalía en el prototipo fórmula SAE eléctrico.

Las pruebas se realizaron con todos los elementos montados y fijos de manera que cada uno de los sistemas instalados puedan actuar según su función, el propósito de la ruta de prueba es corroborar si el asiento sufre algún desperfecto, corroborar si los cinturones actúan de manera efectiva, corroborar si el volante conjuntamente con el acoplador funcione de manera segura confortable y eficaz.

También verificares inestabilidad o vibraciones causadas al momento de circular por la pista, las anomalías pueden presentarse por el peso y mal instalación del sistema de seguridad y confort del prototipo fórmula SAE eléctrico.

Se puede visualizar el prototipo fórmula SAE eléctrico finalizado y preparado para el protocolo de pruebas la misma que se detallara en la hoja de ruta corroborando su funcionamiento.

**Figura 74**

*Prototipo de fórmula SAE preparado para la prueba de ruta*



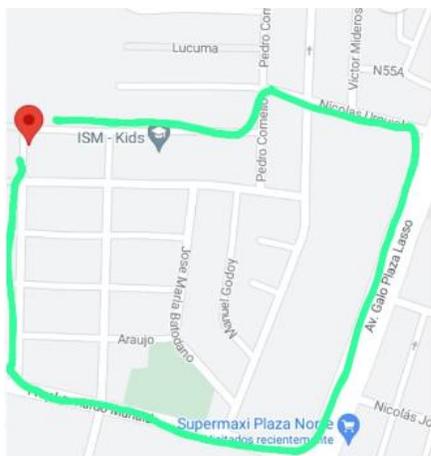
### ***Pruebas en pista***

El protocolo de pruebas se ejecutó con el fin de aportar el funcionamiento seguro, confortable y eficiente de cada uno de los sistemas de seguridad y confort instalados en el prototipo, así como los sistemas complementarios el prototipo formula SAE eléctrico, al ser sometidas a condiciones variadas y excesivas en torno a la pista podremos saber con exactitud cada uno de las fallas que posiblemente se presente en el trayecto del recorrido.

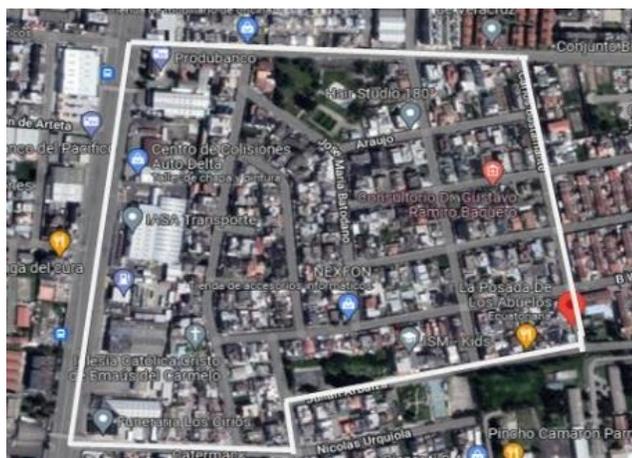
. El lugar en la cual se realizó el protocolo de pruebas fue en la ciudad de Quito en le barrio el Inca, realizando un recorrido de 2 km donde las condiciones de pista fueron muy buenas, para poner a prueba el correcto funcionamiento de los sistemas instalados en el prototipo. Este recorrido de pista ofrece un conjunto de curvas, y tramos de subida y bajada el cual permite definir de mejor manera el comportamiento el prototipo fórmula SAE eléctrico, haciendo que todos los sistemas complementarios sean puestos a prueba rigurosamente.

**Figura 75**

*Recorrido de la pista (Vista y trazado en mapa)*

**Figura 76**

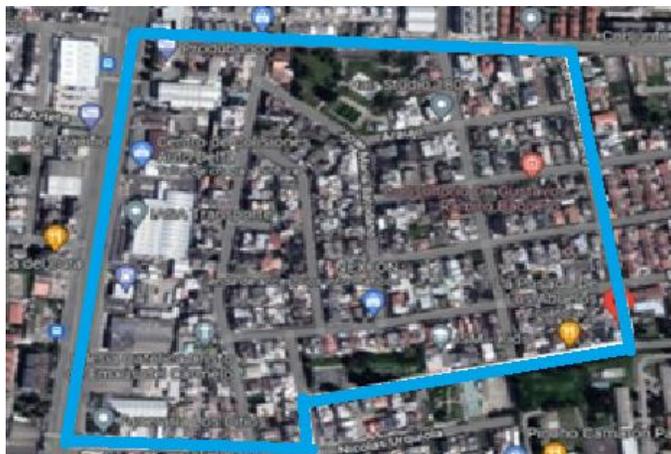
*Recorrido de la pista (vista y trazado en mapa satelital)*



Para esto el prototipo fórmula SAE eléctrico fue puesto a prueba, a velocidades variables, puesto que se inició con velocidades bajas, hasta ser sometido en velocidades altas esto con el fin de demostrar el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas y componentes instalados en el prototipo fórmula SAE eléctrico, para esto solamente se dio cierta cantidad de vueltas en la pista elegida como se muestra en la figura.

**Figura 77**

*Pista de prueba*



Las pruebas dan como resultado un comportamiento seguro confortable y eficaz, como es el asiento, arnés de seguridad de 5 puntos y el volante denominados sistemas de seguridad y confort en el prototipo fórmula SAE eléctrico, el mismo que entrega una total confianza en cuanto a seguridad y confort para el piloto frente a exigencias planteadas en esta prueba.

Al estar sometido al protocolo de pruebas aproximadamente a 5 vueltas a velocidades considerables, se pudo comprobar que el sistema de seguridad y confort soporta de manera muy eficiente y seguro, por lo tanto, queda demostrado que la fabricación del asiento e implementación del volante y arnés de seguridad de 5 puntos del prototipo fórmula SAE eléctrico, corresponde a una excelente fiabilidad en cuanto al confort y seguridad del piloto frente a un manejo exigente.

**Figura 78**

*Comportamiento en cuestas-curvas*

**Figura 79**

*Comportamiento en pendientes-rectas*



**Figura 80**

*Comportamiento en bajadas-curvas*

**Figura 81**

*Comportamiento en bajadas*



**Figura 82***Comportamiento en obstáculos***Tabla 14***Resultados de la prueba de ruta*

Componentes	Estados			Observaciones
	Malo	Bueno	Excelente	
<b>Asiento</b>			✓	Ninguna
<b>Volante</b>			✓	Ninguno
<b>Arnés de 5 puntos</b>			✓	Ajustes de reguladores para que queden más apretado
<b>Acople de volante</b>			✓	Ninguno

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Se realizaron análisis e investigaciones acerca de todas las normas tanto de confort como de seguridad acerca de un prototipo monoplace fórmula SAE.
- Se diseñó e implementó un asiento que brindara confort y seguridad al piloto al momento de sufrir una colisión.
- Se puso a prueba el funcionamiento de todos los sistemas de confort y seguridad previamente diseñados e implementados.

## Recomendaciones

- Para que el piloto pueda ingresar al monoplaza debe estar retirado el volante ya que así tendrá el espacio suficiente para ingresar sin tener ninguna dificultad.
- Para colocar el volante este tiene una señal el cual será la única posición en la que el volante ingrese caso contrario no ingresará ni se acoplará con éxito.
- Al momento de colocarse el arnés verificar que la altura del arnés sea el indicado, este se puede regular a la contextura del piloto, asegurarse que todos los seguros estén bien colocados.

## Bibliografía

- Autopartes. (03 de 03 de 2016). *Tipos de direccion*. Recuperado el 10 de 07 de 2022, de Autopartes Website: [https://www.revistaautopartes.co/en/no-se-lo-pierda/ver/?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=91&cHash=c36a8b725975284b79748430f94b7973](https://www.revistaautopartes.co/en/no-se-lo-pierda/ver/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=91&cHash=c36a8b725975284b79748430f94b7973)
- Betancourt, D. (12 de 08 de 2017). *Mejoramiento del proceso de suavizado de la fibra de cabuya para elaborar géneros textiles*. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado el 10 de 06 de 2022, de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/388/1391>
- Carglass. (11 de 10 de 2021). *Tipos de volante*. Recuperado el 09 de 07 de 2022, de Carglass: <https://www.carglass.es/blog/omglass/tipos-de-volantes/>
- Flores, V. (13 de 09 de 2012). *Cinturones de seguridad*. Recuperado el 05 de 06 de 2022, de Circula seguro: [circulaseguro.com/que-es-el-cinturon-de-seguridad/](http://circulaseguro.com/que-es-el-cinturon-de-seguridad/)
- Gomez, J. (23 de 11 de 2020). *Fibra de carbono*. Recuperado el 10 de 06 de 2022, de DiarioMotor: <https://www.diariomotor.com/que-es/tecnologia/fibra-de-carbono/>
- HDgate. (s.f de s.f de s.f). *Volante tipo tilt*. Recuperado el 10 de 07 de 2022, de HDgate: <https://es.dhgate.com/product/universal-flip-up-tilt-style-ball-lock-car/387773490.html>
- Intriago, G. (2018). *DISEÑO ERGONÓMICO Y CONSTRUCCIÓN DEL ASIENTO PARA UN PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA, Ambato. Recuperado el 04 de 06 de 2022, de

=UTF8BVGvzaXMgSS4gTS4gNDY0IC0gSW50cmIhZ28==%20=UTF8BIFPDoW5jaGV6IEFuZ  
 HLDqXMgR29uemFsby5wZGY==%20(2).pdf

Manotoa Labre, W. V., & García Calle, H. F. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASIENTO ERGONÓMICO EN FIBRA NATURAL APLICADO A UN VEHÍCULO DE COMPETENCIA TIPO FÓRMULA SAE PARA LA ESPOCH*". Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5850/1/65T00195.pdf>

Mecanica, T. (21 de 08 de 2007). *El confort*. Obtenido de Todo Mecanica: <https://www.todomecanica.com/blog/78-confort-elementos-conceptos.html>

Micah, T. (4 de Diciembre de 2020). *The biggest and baddest e-bike? We review the Super Monarch Crown AWD 1500*. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de Electrek: <https://n9.cl/hraw>

MotorPasion. (4 de 4 de 2016). *Asiento de un coche*. Recuperado el 08 de 06 de 2022, de MotorPasion: <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/el-asiento-del-coche-es-una-obra-de-ingenieria-infravalorada-asi-es-como-influye-en-su-funcionamiento#:~:text=Su%20estructura%20puede%20estar%20hecha,peso%20y%20mayor%20su%20precio.>

Narvález, J., Acevedo, J., Ávila, J. F., & Zapata, Y. (2015). *Proceso de ensamblaje de un vehiculo Go-Kart*. Proyecto de grado T.P.A como requisito para optar al título de técnica profesional automotriz, Fundación Universitaria Los Libertadores, Facultad de Ingeniería Menánica, Bogotá. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://bit.ly/3yR7jPR>

Picón Mejía, J. A. (2016). *Diseño de prototipo de volante para un vehículo tipo formula SAE mediante técnicas de optimización estructural*. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12130/1/UPS-CT006050.pdf>

Picón, J. (2016). *Diseño de un prototipo de volante para un vehículo tipo formula SAE mediante técnicas de optimización estructural*. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Energía y mecánica, Ambato. Recuperado el 06 de 07 de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12130/1/UPS-CT006050.pdf>

Plaza, D. (12 de 03 de 2019). *Volante formula 1*. Recuperado el 09 de 07 de 2022, de motor.es: <https://www.motor.es/noticias/renault-arkana-2024-fotos-espia-202288213.html>

Plaza, D. (12 de '03 de 2019). *Volante formula 1*. Recuperado el 09 de 07 de 2022, de motor.es: <https://www.motor.es/noticias/renault-arkana-2024-fotos-espia-202288213.html>

Plaza, D. (24 de 08 de 2020). *Cómo funcionan el volante y la dirección de un coche*. Recuperado el 06 de 07 de 2022, de motor.es: <https://www.motor.es/noticias/como-funciona-volante-direccion-coche-202070316.html>

SAE, F. (16 de 05 de 2020). *Que es formula SAE*. Obtenido de Formula SAE Unimet: <https://formulasae.unimet.edu.ve/competencia>

TopGear. (19 de 04 de 2022). *Volante semicircular*. Recuperado el 19 de 07 de 2022, de TopGear Wed Site: <https://www.topgear.es/listas/garaje/9-volantes-son-drama-diseno-1047215>

Villareal, H. (2016). *Estudio de la eficiencia de los cinturones de seguridad de vehículos categoría M1 y N1 según norma RTE INEN 034*. Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz. Quito: UIDE. Recuperado el 12 de 06 de 2022, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1233/1/T-UIDE-0947.pdf>

Villarreal Chérrez, V. H. (2016). *Estudio de la eficiencia de los cinturones de seguridad de vehículos categoría M1 y N1 según norma RTE INEN 034*. Obtenido de

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1233/1/T-UIDE-0947.pdf>

Wikipedia. (30 de 12 de 2021). *Polímero reforzado con fibra de carbono*. Recuperado el 10 de 06

de 2022, de Wikipedia: Polímero reforzado con fibra de carbono

Wikipedia. (20 de 05 de 2022). *Fibra de vidrio*. Recuperado el 09 de 06 de 2022, de wikipedia:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_de\\_vidrio#Qu%C3%ADmica\\_de\\_la\\_fibra\\_de\\_vidrio](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio#Qu%C3%ADmica_de_la_fibra_de_vidrio)

Winco, JW. (s.f de s.f de 2022). *Volantes de disco solido*. Recuperado el 11 de 07 de 2022, de JW

Winco Website: [https://www.jwwinco.com/es-mx/productos/1.3-Volantes-y-](https://www.jwwinco.com/es-mx/productos/1.3-Volantes-y-manivelas/Volantes-con-empunadura-abatible/EN-524.3-Volantes-de-disco-solidos-plastico-tecnopolimero-con-empunadura-de-bloqueo-abatible)

[manivelas/Volantes-con-empunadura-abatible/EN-524.3-Volantes-de-disco-solidos-](https://www.jwwinco.com/es-mx/productos/1.3-Volantes-y-manivelas/Volantes-con-empunadura-abatible/EN-524.3-Volantes-de-disco-solidos-plastico-tecnopolimero-con-empunadura-de-bloqueo-abatible)

[plastico-tecnopolimero-con-empunadura-de-bloqueo-abatible](https://www.jwwinco.com/es-mx/productos/1.3-Volantes-y-manivelas/Volantes-con-empunadura-abatible/EN-524.3-Volantes-de-disco-solidos-plastico-tecnopolimero-con-empunadura-de-bloqueo-abatible)

<https://formulasae.unimet.edu.ve/competencia>

<https://formulasae.unimet.edu.ve/competencia>

<https://www.todomecanica.com/blog/78-confort-elementos-conceptos.html>

<https://www.todomecanica.com/blog/78-confort-elementos-conceptos.html>

<https://gestion.pe/tendencias/cuesta-fabricar-auto-formula-1-231197-noticia/>

<https://www.carglass.es/blog/coche-a-punto/que-es-aislamiento-acustico-un-coche/>

<https://noticias.coches.com/videos/como-se-ve-el-mundo-con-una-camara-termica-de-f1/167604>

<https://www.sparco-official.com/it/shop/en/tuning/seats/seats/expedition-00969NRSKYh>

<http://www.autos-selectos.com/vehiculos-vendidos/renault-megane-grand-tour-1-5-dci-ocasion-madrid/>

<https://es.aliexpress.com/item/32752876526.html?gatewayAdapt=glo2esp>

<https://www.lifeder.com/tipos-de-ergonomia/>

[=UTF8BVGvzaXMgSS4gTS4gNDY0IC0gSW50cmIhZ28==%20=UTF8BIFPD0W5jaGV6IEFuZHLdQXMgR29uemFsby5wZGY==%20\(2\).pdf](https://www.lifeder.com/tipos-de-ergonomia/=UTF8BVGvzaXMgSS4gTS4gNDY0IC0gSW50cmIhZ28==%20=UTF8BIFPD0W5jaGV6IEFuZHLdQXMgR29uemFsby5wZGY==%20(2).pdf)

<https://repositorio.uisek.edu.ec/>

<https://www.pngwing.com/es/free-png-iltnr>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_de\\_vidrio](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero\\_reforzado\\_con\\_fibra\\_de\\_carbono](https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero_reforzado_con_fibra_de_carbono)

<https://www.diariomotor.com/que-es/tecnologia/fibra-de-carbono/>

<https://in.pinterest.com/pin/609323024577386677/>

<http://cuzcoeats.com/es/cabuya-o-maguey-andino-y-su-uso-en-tiempo-de-los-incas/>

<http://docplayer.es/138561296-Universidad-tecnologica-indoamerica.html>

<https://raices.patrimoniomedellin.gov.co/>

[https://web.facebook.com/cinturonesjp/?\\_rdc=1&\\_rdr](https://web.facebook.com/cinturonesjp/?_rdc=1&_rdr)

<https://ecuador.patiotuerca.com/blog/cinturon-de-seguridad-como-funciona/>

<https://www.motorok.com/noticias/etai-averia-del-cinturon-de-seguridad/>

<https://precoinprevencion.com>

<https://www.bmanuales.com>

<http://www.talleresvilanova.com/>

<http://www.talleresvilanova.com/>

<https://es.wikipedia.org>

[www.mundodeportivo.com](http://www.mundodeportivo.com)

**Anexos**