



Implementación de los equipos de seguridad normados por la FEDAK en la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973.

Paspuel Pozo Danny Stiven y Tonato Chicaiza Franklin Patricio

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. Jácome Guevara, Fausto Andrés

03 de febrero del 2022

Latacunga



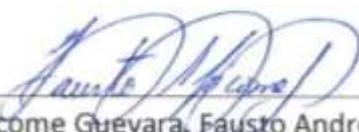
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de los equipos de seguridad normados por la FEDAK en la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973”**. Fue realizada por los señores **Tonato Chicaiza Franklin Patricio y Paspuel Pozo Danny Stiven** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Latacunga, 03 de febrero del 2022

Firma:


Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.
C.C.: 1717579609



MIC_PROFESIONALIZANTE_FRANKLIN TONATO_DANNY PAS...

Scanned on: 2022 February 15, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Matches Found



Total Words in Text

Identical Words	432
Words with Minor Changes	122
Perceptually Similar Words	768
Overused Words	0



FAUSTO ANDRÉS
JACOME GUEVARA



Website | Education | Businesses

Firma:

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.
C.C.: 1717579609



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo **Tonato Chicaiza, Franklin Patricio**, con cédula de ciudadanía 172189266-7, y yo **Paspuel Pozo, Danny Stiven**, con cédula de ciudadanía 040199299-5, declaramos que el contenido, ideas y créditos de la monografía **"Implementación de los equipos de seguridad normados por la FEDAK en la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requerimientos 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, 03 de febrero del 2022

Firma:

Tonato Chicaiza, Franklin Patricio

C.C.: 172189266-7

Firma:

Paspuel Pozo, Danny Stiven

C.C.: 040199299-5



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Tonato Chicaiza, Franklin Patricio**, con cédula de ciudadanía 172189266-7, y yo **Paspuel Pozo, Danny Stiven**, con cédula de ciudadanía 040199299-5, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía "Implementación de los equipos de seguridad normados por la FEDAK en la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973" en el repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son nuestra responsabilidad.

Latacunga, 03 de febrero del 2022

Firma:

Tonato Chicaiza, Franklin Patricio

C.C.: 172189266-7

Firma:

Paspuel Pozo, Danny Stiven

C.C.: 040199299-5

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto a las personas más importantes en mi vida como son mis padres que me han dado su apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación académica y personal, además de sus deseos de verme salir adelante cumpliendo mis metas y ser un profesional. A mis hermanos que siempre me están ayudando y brindando su apoyo en varios aspectos de mi vida, así como ser un ejemplo positivo para ellos. A mis abuelitos que siempre están pendientes de mí.

Paspuel Pozo Danny Stiven

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de titulación a mis padres quienes, con su amor, paciencia y apoyo incondicional durante mi carrera universitaria, me han permitido alcanzar una meta más en mí vida, gracias por confiar en mí e inculcarme valores y virtudes que me han permitido ser una persona de bien.

A mi hermano quien, ha sido un pilar fundamental durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia, por siempre acompañarme en mis sueños y metas.

A mi tío que siempre me dio su amor, palabras de motivación y siempre ser su orgullo, aunque ya no estés a mi lado, con la vista al cielo, sé que siempre me distes tus bendiciones para llegar a cumplir mis metas.

Tonato Chicaiza Franklin Patricio

Agradecimiento

Agradezco a mis padres que me han apoyado en todas las decisiones que he tomado, por brindarme toda su ayuda en mis proyectos que he realizado, por guiarme a ser buena persona e inculcarme valores desde pequeño, por guiarme a ir por un buen camino, por darme un buen ejemplo, por enseñarme a trabajar y salir adelante, aunque existan adversidades durante las etapas de la vida, por ser mi apoyo incondicional y mi motor para seguir realizando muchas cosas en el camino de la vida.

Agradezco a mis hermanos que me apoyan y brindan buenos consejos para realizar las cosas que yo me proponga, además que quiero ser un buen ejemplo para ellos y apoyarlos en todo al igual que como ellos lo hacen conmigo.

Agradezco al Ing. Fausto Jácome que con su experiencia y conocimientos me ha sabido ayudar en varias incógnitas a través del periodo de formación universitaria, por sus aportes durante la realización del proyecto y por confiar en que el trabajo va a ser realizado correctamente.

Agradezco a **DIOS** por darme la vida y las ganas de despertarme todos los días para poder cumplir mis metas, por sacarme de varios problemas en varias etapas de mi vida, por mantenerme vivo y con salud y por darme a mi familia.

Paspuel Pozo Danny Stiven

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida con bendición y sabiduría, a mis padres por ser mi motivación y razón principal para no rendirme y llegar a ser un profesional, quienes me dieron su amor, apoyo y paciencia a lo largo de todos estos años, a mi padres y hermano que con sus palabras me daban aliento y ánimo para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual manera agradezco a mis profesores y compañeros que se han involucrado en la realización de este trabajo de titulación y me han ayudado de manera desinteresada para llegar a culminarlo.

Tonato Chicaiza Franklin Patricio

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Tabla de contenidos	10
Índice de figuras.....	14
Índice de tablas	18
Resumen	19
Abstract	20
Planteamiento del problema de investigación	21
Antecedentes.....	21
Planeamiento del problema	22
Justificación	23
Alcance	24

Objetivos	25
<i>Objetivo general</i>	25
<i>Objetivos específicos</i>	25
Marco teórico.....	26
Vehículos de competencia	26
Vehículos de competición en el Ecuador	28
Categorías en vehículos de competición	29
La seguridad en vehículos de competición	30
<i>Historia de seguridad en vehículos de competencia</i>	31
<i>Jaula de seguridad</i>	32
<i>Clasificación</i>	33
<i>Material</i>	34
<i>Soldadura</i>	35
Extintores	35
Asientos de competición	36
Cinturones de seguridad.....	37
<i>Cinturón de seguridad de 4 puntos</i>	37
<i>Cinturón de seguridad de 5 puntos</i>	38
Señalética en el vehículo	39
<i>Corta-circuito</i>	39

<i>Extintor (varía según los vehículos y su grupo)</i>	40
Desarrollo	41
Roll bar o jaula de seguridad	41
<i>Diseño de roll bar en un software CAD</i>	42
Desarrollo de jaula de seguridad	46
<i>Selección de material</i>	47
<i>Medición, corte y doblado de tubos</i>	52
<i>Selección de tipo de soldadura</i>	58
<i>Ensamble y soldadura de tubos</i>	62
<i>Pintura</i>	72
Implementación de la línea de fuego	77
<i>Selección de extintor</i>	78
<i>Instalación</i>	79
<i>Accionamiento</i>	83
Asientos de competencia	85
<i>Anclaje de los asientos</i>	86
Implementación de cinturones de seguridad	89
Instalación de señalética	92
Presupuesto.....	94
Conclusiones y recomendaciones	95

Conclusiones	95
Recomendaciones	97
Bibliografía.....	98
Anexos	102

Índice de figuras

Figura 1. <i>Primera carrera automovilística</i>	18
Figura 2. <i>Gran premio de Mónaco</i>	27
Figura 3. <i>Federación ecuatoriana de automovilismo y kartismo</i>	28
Figura 4. <i>Categoría tc 2000</i>	30
Figura 5. <i>Roll bar o jaula de seguridad</i>	32
Figura 6. <i>Arcos de seguridad atornillados</i>	33
Figura 7. <i>Arcos de seguridad soldados</i>	34
Figura 8. <i>Jaula de seguridad según Fedak</i>	34
Figura 9. <i>Soldadura de jaula de seguridad</i>	35
Figura 10. <i>Sistema de extintores</i>	36
Figura 11. <i>Asiento deportivo</i>	36
Figura 12. <i>Cinturón de seguridad</i>	37
Figura 13. <i>Cinturón de seguridad de 4 puntos</i>	38
Figura 14. <i>Cinturón de seguridad de 5 puntos</i>	38
Figura 15. <i>Corta circuito</i>	39
Figura 16. <i>Extintor</i>	40
Figura 17. <i>Roll bar</i>	42
Figura 18. <i>Modelo roll bar 3d</i>	42
Figura 19. <i>Vista l. Derecha</i>	43
Figura 20. <i>Vista frontal</i>	43
Figura 21. <i>Vista l. Izquierda</i>	44
Figura 22. <i>Vista l. Posterior</i>	44

Figura 23. <i>Vista l. Inferior</i>	45
Figura 24. <i>Vista l. Superior</i>	45
Figura 25. <i>Roll bar completo</i>	46
Figura 26. <i>Corte de tubos</i>	52
Figura 27. <i>Moldeo de tubos</i>	53
Figura 28. <i>Comprobación de medidas</i>	53
Figura 29. <i>Comprobación de medidas</i>	54
Figura 30. <i>Encaje y medición</i>	54
Figura 31. <i>Doblado de tubos</i>	55
Figura 32. <i>Doblado de tubos</i>	55
Figura 33. <i>Tubo en forma de u</i>	56
Figura 34. <i>Corte y prueba de tubos</i>	56
Figura 35. <i>Corte y prueba</i>	57
Figura 36. <i>Prueba</i>	57
Figura 37. <i>Puntos de suelda</i>	63
Figura 38. <i>Puntos de suelda</i>	64
Figura 39. <i>Armazón de la parte trasera armado</i>	64
Figura 40. <i>Motor y caja montados</i>	65
Figura 41. <i>Roll bar en suspensión</i>	65
Figura 42. <i>Soldadura completa</i>	66
Figura 43. <i>Cordón de soldadura</i>	66
Figura 44. <i>Corrección</i>	67
Figura 45. <i>Soldadura de torretas de suspensión</i>	67

Figura 46. <i>Roll bar trasero terminado</i>	68
Figura 47. <i>Armazón roll bar delantero</i>	69
Figura 48. <i>Roll bar delantero</i>	69
Figura 49. <i>Roll bar delantero</i>	70
Figura 50. <i>Sujeciones en x</i>	70
Figura 51. <i>Molduras</i>	71
Figura 52. <i>Refuerzo en la parte delantera</i>	71
Figura 53. <i>Roll bar delantero completo</i>	72
Figura 54. <i>Masillado</i>	73
Figura 55. <i>Pulido</i>	73
Figura 56. <i>Fondo verde de pintura</i>	74
Figura 57. <i>Capa blanca de pintura</i>	74
Figura 58. <i>Pintura del roll bar terminado</i>	75
Figura 59. <i>Pintura de fondo</i>	76
Figura 60. <i>Bate piedra terminada</i>	76
Figura 61. <i>Roll bar delantero terminado</i>	77
Figura 62. <i>Extintor</i>	78
Figura 63. <i>Extintor</i>	79
Figura 64. <i>Cañerías del extintor al tanque de combustible</i>	80
Figura 65. <i>Instalación de cañerías</i>	81
Figura 66. <i>Instalación de cañerías en la cabina del vehículo</i>	81
Figura 67. <i>Instalación de cañerías hacia el motor</i>	82
Figura 68. <i>Instalación de cañerías de extintor al motor</i>	82

Figura 69. <i>Soldado de cañerías del extintor</i>	82
Figura 70. <i>Soldadura de cañerías</i>	83
Figura 71. <i>Accionamiento de extintor</i>	84
Figura 72. <i>Instalación del cable de accionamiento</i>	84
Figura 73. <i>Accionamiento</i>	84
Figura 74. <i>Asientos deportivos</i>	85
Figura 75. <i>Medición de espacio</i>	86
Figura 76. <i>Señales para el anclaje</i>	86
Figura 77. <i>Eliminación de impurezas</i>	87
Figura 78. <i>Orificios de bases</i>	87
Figura 79. <i>Se realiza agujeros en las bases</i>	88
Figura 80. <i>Montaje de bases de asientos</i>	88
Figura 81. <i>Asientos anclados</i>	89
Figura 82. <i>Cinturones de seguridad</i>	90
Figura 83. <i>Instalación de cinturones</i>	90
Figura 84. <i>Cinturón del piloto</i>	91
Figura 85. <i>Cinturón de 5 puntas</i>	91
Figura 86. <i>Cinturón de copiloto</i>	92
Figura 87. <i>Cortacorriente</i>	93
Figura 88. <i>Extintor</i>	93
Figura 89. <i>Accionamiento extintor</i>	93

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Propiedades del acero inoxidable aisi 304</i>	48
Tabla 2. <i>Propiedades del acero astm a36</i>	50
Tabla 3. <i>Tabla de factibilidad</i>	51
Tabla 4. <i>Comparación de materiales</i>	51
Tabla 5. <i>Características del material</i>	58
Tabla 6. <i>Características de tipos de soldaduras</i>	58
Tabla 7. <i>Preselección de soldadura</i>	61
Tabla 8. <i>Aplicaciones de procesos de soldadura</i>	62
Tabla 9. <i>Costo del proyecto</i>	94

Resumen

El desarrollo del presente proyecto tiene como objetivo la implementación de los equipos de seguridad en el prototipo de pista Austin 1973 siguiendo las normas dictaminadas por la FEDAK para vehículos de competición. En primer lugar, se desarrolla la jaula de seguridad en un programa CAD realizando las investigaciones pertinentes en distintas fuentes, tomado en cuenta que se aplican todas las instrucciones normadas por la FEDAK se considera innecesaria la realización de un análisis estructural. Una vez terminado el roll bar específicamente en una escala real se procede a pintar para que cumpla con diferentes características como la estética, resistencia a la corrosión, polvo y demás agentes contaminantes. Se realiza la implementación de los asientos de competencia de cuatro puntos que se encuentran en la normativa vigente, se realiza la instalación del circuito anti fuego o líneas de fuego y su accionamiento respetando la normativa de la FEDAK. Finalizando con el proyecto se procede a instalar la señalética respectiva en el cortacorriente y en el extintor según la normativa de la organización con la que se trabajó todo el proyecto. Se realiza la prueba para que todos los equipos de seguridad implementados en el vehículo funcionen correctamente y tengan un desempeño normal en una competencia.

Palabras clave:

- **NORMATIVA FEDAK 2019**
- **EQUIPOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS DE COMPETICIÓN**
- **ROLL BAR**

Abstract

The objective of this project is to implement the safety equipment in the Austin 1973 track prototype, following the rules dictated by FEDAK for competition vehicles. First of all, the safety cage is developed in a CAD program by carrying out the pertinent research in different sources, taking into account that all the FEDAK standard instructions are applied, it is considered unnecessary to carry out a structural analysis. Once the roll bar is finished, specifically on a real scale, it is painted to comply with different characteristics such as aesthetics, resistance to corrosion, dust and other contaminating agents. The implementation of the four-point competition seats that are in the current regulations, the installation of the anti-fire circuit or fire lines and their activation is carried out respecting the FEDAK regulations. Finishing with the project, we proceed to install the respective signage in the current cutter and in the extinguisher according to the regulations of the organization with which the entire project was worked. The test is performed so that all safety equipment implemented in the vehicle work properly and have a normal performance in a competition.

Key words:

- **FEDAK 2019 REGULATIONS**
- **SAFETY EQUIPMENT IN COMPETITION VEHICLES**
- **ROLL BAR**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Antecedentes

“Desde que se inventó los motores a combustión e incluso mucho antes, viene desarrollándose competencias para determinar quién tiene la mayor capacidad para controlar los vehículos, ya sea en velocidad, destreza o manejo por carreteras difíciles, situaciones muy dependientes de las características y diseño del vehículo” (CABRERA REYES & MÁRQUEZ FLORES , 2014).

“Los sistemas de seguridad vehicular son elementos o sistemas del vehículo automóvil que se encargan de aumentar la seguridad y salvaguardar la integridad física de los ocupantes, antes, durante y después de que sucede un accidente de tránsito y en caso de producirse tiene la finalidad de minimizar sus daños sobre los ocupantes” (ARÍZAGA CÁCERES & GÓMEZ RODRÍGUEZ , 2015).

“En las medidas de seguridad obligatorias constan overoles ignífugos, cinturones de seguridad de cinco puntos, cascos y sobre todo la jaula de seguridad que protege de cualquier tipo de golpe ya sea por vuelco o estrellamiento contra paredes. (...) Hoy en día en competencias automovilísticas de modalidad rally es necesario y obligatorio la implementación de una jaula anti vuelco o roll bar puesto que están propensos a accidentes debido a las altas velocidades y maniobras que se emplea en este tipo de disciplina” (López Montalvo, 2018).

“Los arcos de seguridad son los elementos más importantes de seguridad en un vehículo de competencias, protegiendo y salvaguardando al piloto y copiloto en caso de un accidente. La razón de ello es que, durante una inspección técnica o inspección de

seguridad, el inspector u oficial de pistas se fijará en la caja de seguridad para determinar si es segura de usar. Si la jaula no pasa la inspección, no se permitirá usar en la pista”

(RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015)

“Los equipos de extinción automáticos montados en un coche de competición son el principal método de seguridad en caso de incendio. Las revisiones se deben efectuar cada dos años. Las normas de la FIA indican que dicha revisión solo puede ser efectuada por una empresa autorizada por el fabricante de la extinción” (Rallystore, 2021).

“El objetivo de un cinturón de seguridad es amortiguar la desaceleración del pasajero, minimizando las heridas cuando se da una colisión. Evitando así, que el pasajero sufra golpes con los elementos internos del vehículo, con los pasajeros de la siguiente fila o que este sea arrojado fuera del vehículo” (ARÍZAGA CÁCERES & GÓMEZ RODRÍGUEZ , 2015).

1.2. Planeamiento del problema

La seguridad en la competencia de vehículos es importante ya que de esta depende el bienestar y la vida del piloto y copiloto durante un circuito, durante muchos años principalmente en sus inicios las carreras de vehículos se desarrollaban con muy poca seguridad, esto se debía al desconocimiento y al poco desarrollo de la tecnología, pero con el paso del tiempo y con la aparición de federaciones que propusieron normas para las distintas competencias de vehículos se ha logrado distintas formas de mantener al piloto y copiloto a salvo en caso de choque o falla del vehículo durante la carrera, así como también con el desarrollo de la tecnología que ayudo a desarrollar mejores equipos de seguridad.

La falta de implementación de equipos de seguridad en un vehículo que va a ser usado para competencia conlleva a heridas graves o incurables en el piloto y copiloto durante un accidente que se producen por la velocidad o fallo del vehículo en una

competencia, al igual que se puede producir por explosiones del motor diferentes causas que se pueden producir en un circuito de pista.

Con la experiencia que se llegó a obtener durante el pasar de los años en las competencias de vehículos, desde sus inicios hasta la actualidad, las personas que organizan y hacen que se lleve a cabo estas carreras optaron por imponer en todos los circuitos los reglamentos de las federaciones, ya que sin estas normas los vehículos seguirían compitiendo sin equipos de seguridad y sería algo fatal en accidentes del automovilismo.

Debido a la aparición de normas y reglamentos llegando así a ser instalados en todos los vehículos que son de competencias, en este proyecto se realizara la implementación de los equipos de seguridad que son nombrados en la FEDAK, llegando así a obtener un prototipo completamente seguro al momento de usarlo para un circuito, así como los equipos de seguridad deberán ser instalados en lugares específicos para protección del piloto y algunos equipos de seguridad van a ser realizados con los materiales especificados en tal reglamento.

1.3. Justificación

Los equipos de seguridad en el prototipo de pista para la categoría TC 2000 son muy importantes ya que al implementarlos se obtendrá mayor seguridad al momento de usar el vehículo para una competencia, llegando así el piloto a obtener mayor confianza debido a que la carrocería tendrá mayor solidez con el roll bar, mayor seguridad al momento de un choque ya que serán implementados cinturones de seguridad y asientos de acuerdo con la normativa de la FEDAK, así como mayor protección con los distintos extintores si se llega a suscitar un incendio.

Con la implementación de los equipos de seguridad el prototipo a desarrollar será considerado para poder competir en circuitos que se lleguen a realizar en el país ya que cumple con la normativa de la FEDAK, el vehículo no será dañado o afectado considerablemente si se llega a suscitar un percance, así como el piloto estará completamente protegido.

La importancia de los equipos de seguridad en el proyecto del prototipo de pista es considerablemente grande ya que gracias a ellos el piloto está protegido y libre de diferentes percances que se den en una competencia.

1.4. Alcance

En el presente proyecto se realizará la instalación de los equipos de seguridad que debe tener un vehículo de competición en el prototipo de pista Austin 1973 para la categoría TC 2000, empezando por el roll bar que es muy importante para la protección del piloto en caso de percance o colisión del vehículo rigiéndose a la normativa de la FEDAK con los materiales y medidas sugeridas en su reglamento, así como la instalación de líneas de fuego y extintores que servirán de protección a todo el vehículo y a las partes más importantes del vehículo como motor y tanque de combustible en caso de incendio, al igual que asientos y cinturones de seguridad para la seguridad del conductor y un fácil acoplamiento del piloto al manejar el vehículo; tomando en cuenta la estética, estabilidad y peso del vehículo.

Con el propósito de realizar el proyecto correctamente se realizará una investigación sobre el material que se debe utilizar rigiéndose en la normativa de la FEDAK, ya que el vehículo necesita estabilidad y velocidad, el material para el roll bar no tiene que tener mayor peso, debe ser ligero, resistente y compatible para el vehículo, ya que la jaula de seguridad es la parte más importante de la seguridad que debe tener el vehículo.

FEDAK contiene normas muy estrictas para realizar vehículos de competición, como la protección de los pilotos en caso del Vehículo, además de la fabricación de la jaula de protección con la soldadura especificada en la normativa, al igual que la fabricación de las líneas de fuego con el material exacto para que este se pueda accionar y los demás equipos de protección que son muy importantes en el prototipo a fabricar. Siguiendo los objetivos planteados se llegará a obtener un proyecto de acuerdo con las normas dispuestas por la FEDAK y apto para competición.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Realizar la implementación de los equipos de seguridad normados por la FEDAK en la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973.

1.5.2. Objetivos específicos

- Investigar y analizar la normativa descrita por la FEDAK sobre los equipos de seguridad que se deben implementar en un vehículo de competición, además de los materiales con los que deben ser realizados para que se rijan a las normas para la categoría TC 2000.
- Construir e implementar la jaula de seguridad en el prototipo de pista Mini Austin 1973.
- Implementar la línea de extintores con su respectivo accionamiento y líneas de fuego rigiéndose a las normas de la FEDAK en el prototipo de pista Mini Austin 1973.
- Implementación de asientos y cinturones de seguridad normados por la FEDAK para la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973.
- Colocación de la señalética o indicadores de seguridad según la normativa FEDAK para la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Vehículos de competencia

“Desde el origen de la humanidad, el hombre siempre ha tenido ese espíritu de competencia en cualquier ámbito. Con el invento de la rueda, fueron surgiendo varios tipos de competitividades, siendo una de las pioneras las carreras de carruajes que se disputaban en el Imperio Romano” (Hernández, 2019).

“La primera carrera automovilística de la historia de que se tiene noticia se celebra el 28 de abril de 1887 en París. Su recorrido fue entre el puente de Neuilly y el bosque de Boulogne, y fue organizada por el diario Le Vélocipède. Sólo se presenta un vehículo, un De-Dion Bouton pilotado por Georges Bouton, que acaba la carrera sin incidentes” (CurioSfera, 2021).

Figura 1.

Primera carrera automovilística



Nota. Primera carrera automovilística de 28 de abril de 1887 en París. Tomado de (CurioSfera, 2021)

“Las competiciones deportivas tuvieron un papel vital en la rápida popularización de los automóviles. En una etapa inicial, que coincidió con la Belle Époque, probaron que estos vehículos podían surcar largas distancias en un tiempo récord. Las carreras también incidieron en la evolución técnica de los coches, un desafío a su velocidad, resistencia y maniobrabilidad. Estas experiencias estimularon soluciones que pronto se incorporaron a los modelos para uso cotidiano” (ELLIOT, 2019).

“Nada más estrenado, el siglo XX deparó otras novedades, como un certamen auténticamente mundial (los anteriores solían congregarse solo a fabricantes y corredores del país promotor). La copa Gordon Bennett, fundada por el propietario del New York Herald, entabló un duelo en el que cada país aportaba bólidos de su industria nacional. La idea era fomentar la rivalidad en el sector” (ELLIOT, 2019).

Figura 2.

Gran premio de Mónaco



Nota. Una de las carreras automovilísticas en la historia. Tomado de (ELLIOT, 2019)

“Con el paso de los años se ampliaron las modalidades de las carreras y como resultado de ello se creó la Federación Internacional del Automóvil (FIA), en 1904” (Discovery, 2020).

2.2. Vehículos de competición en el Ecuador

“Inicialmente la Asociación Nacional Ecuatoriana de Turismo y Automovilismo ANETA era la encargada de regular las competencias, la misma se inició hace 60 años cuando un grupo de personas cristalizaron la idea de esta asociación, la misma creció y así surgieron las primeras competencias primero en pequeños circuitos y después a nivel nacional. En el presente la entidad encargada de regular las competencias es la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo (FEDAK) empezó a operar el 18 de octubre del 2012, para todos los clubes de automovilismo del país, tendrán que registrarse en el Ministerio del Deporte como clubes deportivos, de ahí con el acuerdo ministerial estos podrán ser parte de la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo (FEDAK)” (RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015).

“La Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo (FEDAK) es una organización estatal creada para controlar, reglamentar e incentivar el deporte automovilístico en el Ecuador, contando con la afiliación de clubes dispersos en todo el territorio nacional, los cuales comprenden diferentes modalidades como: Circuitos, Karting, 4x4, Rally, Autos Clásicos, entre otras” (FEDAK, 2019).

Figura 3.

Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo



Nota. Representación de FEDAK. Tomado de (FEDAK, 2019)

2.3. Categorías en vehículos de competición

“La manera de diferenciar categorías dentro del automovilismo deportivo, es la utilizada para la identificación de la misma a simple vista. Tiene que ver con los vehículos y sus variedades para competir (...) Turismo: Son autos de calle, fabricados en serie por las casas matrices, que se adaptan a los reglamentos técnicos de cada categoría, convirtiéndose en autos de competición. Son los modelos de las principales marcas Nacionales e Internacionales del momento, que salen al mercado para su venta y utilizan estas categorías para mostrarlos. Su preparación contiene la última tecnología” (Fernández, 2020).

“También, a la hora de pre clasificar a las categorías del automovilismo deportivo, se puede tener en cuenta las características del motor utilizado. Esta clasificación es la más complicada de utilizar debido a que a simple vista no se puede detectar el tipo de impulsor que utilizan. En la mayoría de los casos los motores se diferencian por medio de la cilindrada (Cm³-centímetros cúbicos). Ese número en algunos casos aparece en el mismo nombre de la categoría. La cubicación, es la capacidad que tiene el motor de trabajar fluidos y combustible, y se notifica en litros. Ejemplo.: TC 2000 (2000 Cm³)” (Fernández, 2020).

“Cada categoría de competición de automovilismo tiene su propio reglamento, que recoge todas las modificaciones permitidas en el motor, la transmisión, el circuito de combustible, la suspensión, la telemetría, los neumáticos y la carrocería, además de una normativa básica de seguridad aplicable a todas ellas” (Merino Polo, 2021).

Figura 4.
Categoría TC 2000



Nota. Competencia de vehículos categoría TC 2000. Tomado de (Autosdeprimera, 2020)

2.4. La seguridad en vehículos de competición

“A principios del siglo XIX, en Europa y Estados Unidos las personas empezaron a viajar por sus rutas en vehículos a vapor. Volviéndose peligroso para su conductor y personas que se encuentran a su alrededor, produciéndose así el inicio de los primeros accidentes vinculado a los vehículos motorizados. La aparición de los vehículos motorizados permitió a las personas transportarse a mayor velocidad, pero también es más fácil perder el control debido a que el tiempo que demora en detenerse el vehículo aumenta, teniendo como consecuencia una fuerza de impacto mayor. Desde la invención de los vehículos motorizados hasta la actualidad se han ido incrementando el número de accidentes automovilísticos y para disminuir esta realidad se desarrollaron elementos de seguridad para los automóviles que han ido evolucionando desde la misma historia del automóvil” (ARÍZAGA CÁCERES & GÓMEZ RODRÍGUEZ , 2015).

2.4.1. Historia de seguridad en vehículos de competencia

“Más de 40 vidas se han perdido en las competencias profesionales de autos, en accidentes estrepitosos. Con el pasar de los años y con las malas noticias, la máxima categoría del automovilismo ha impuesto una serie de cambios en los patrones de los monoplazas para aumentar la seguridad de los pilotos” (Sapiens, 2019).

“El trágico rally París--Madrid, que se saldó con varios muertos, clausuró la época de las carreras libres” (ELLIOT, 2019), después de este acontecimiento las carreras empezaron a ser reglamentadas.

“Tras ello, se crearon entidades regionales de autogestión, y a la cabeza de todas ellas nació la Asociación Internacional de Automóvil Clubs Reconocidos (AIACR), con sede en París. También se instituyeron por aquel entonces otros recorridos similares, como la legendaria Targa Florio siciliana y el efímero Kaiserpreis germano, antecedentes de los Grandes Premios de Italia y Alemania” (ELLIOT, 2019).

“Después, el Rally de Montecarlo definió ya con el nombre cómo serían sus pruebas: carreras por etapas en redes camineras y terrenos de toda clase. Por su parte, las 500 Millas de Indianapolis, EE.UU., se convirtieron en las credenciales definitivas de las pruebas efectuadas exclusivamente en autódromos” (ELLIOT, 2019).

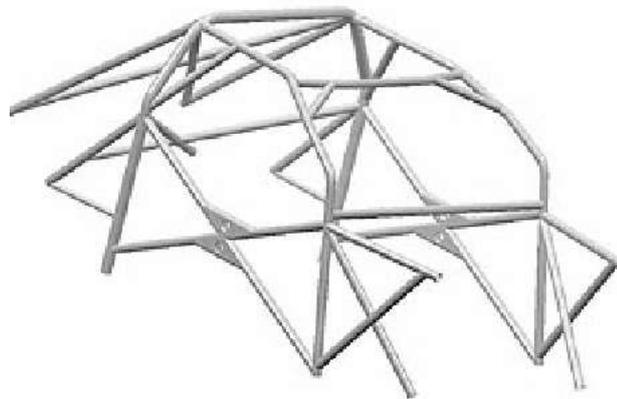
“En los años veinte se fue consolidando la homologación internacional del peso de los vehículos en las carreras, además de la cilindrada de sus motores. Eran las “fórmulas” con las que se fijaban las categorías de competición” (ELLIOT, 2019).

2.4.2. *Jaula de seguridad*

“Los arcos de seguridad son los elementos más importantes de seguridad en un vehículo de competencias, protegiendo y salvaguardando al piloto y copiloto en caso de un accidente” (RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015)

Figura 5.

Roll bar o jaula de seguridad



Nota. Modelo de roll bar. Tomado de (García Martín, 2009)

“Las funciones de estas estructuras de seguridad son, principalmente, dos. Una de ellas es la de aportar rigidez al conjunto, evitando los balanceos de la carrocería y así aportar una mayor eficacia a la hora de tomar las curvas; la otra es la más importante de todas, mantener “intacto” el habitáculo dónde se encuentran situados los pilotos evitando las deformaciones excesivas de la carrocería” (García Martín, 2009).

“En los últimos 20 años, se ha pasado de colocar cuatros barras escasas a complejos diseños de ingeniería que llevan detrás profundos estudios de ligereza, materiales, resistencia y rigidez” (RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015).

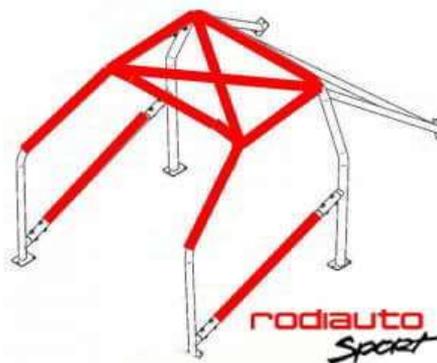
2.4.2.1. Clasificación

Se pueden agrupar en dos grupos:

- “Arcos de seguridad atornillados: Son bastante baratos y de fácil montaje/desmontaje, pero dejan bastante que desear tanto en rigidez del conjunto como en la seguridad de los participantes. Suelen ser usados por los equipos más modestos en los distintos campeonatos regionales” (García Martín, 2009).

Figura 6.

Arcos de seguridad atornillados



Nota. Modelo de arco de seguridad atornillado. Tomado de (sport, Rodiauto sport, 2020)

- “Arcos de seguridad soldados: Éstos son mucho más rígidos que los primeros por lo que mejoran tanto la efectividad del vehículo en el paso por curva como la seguridad de los ocupantes. TODOS los equipos punteros (tanto regionales, nacionales e internacionales) y que no ponen precio a su vida van equipados con estas barras” (García Martín, 2009).

Figura 7.
Arcos de seguridad soldado

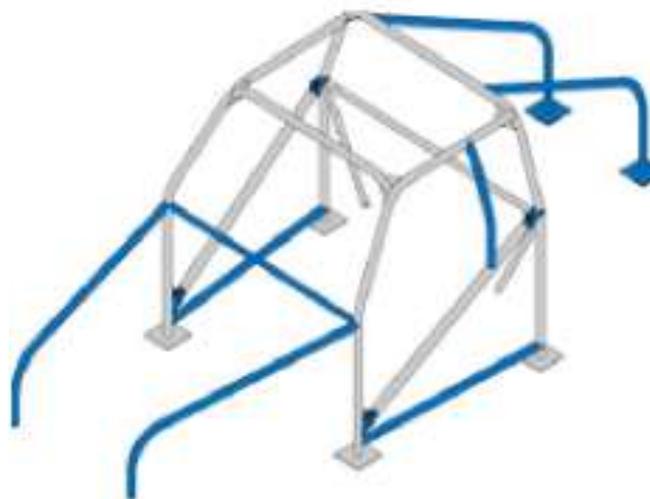


Nota. Modelo de arco de seguridad soldado. Tomado de (RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015)

2.4.3. Material

“El arco central, elemento longitudinal y arco posterior debe ser de tubo de acero al carbono no aleado con 30% máximo de carbono con un diámetro de 2 pulgadas y 2 milímetros de pared o tubo de 1 pulgada 7/8 y 2.5 milímetros de espesor. Los anclajes deben ser de placa de acero de al menos 3 milímetros de espesor, los pernos al menos de diámetro M8 y grado ISO 8.8” (FEDAK, 2019).

Figura 8.
Jaula de seguridad según FEDAK



Nota. Modelo de roll bar de FEDAK. Tomado de (FEDAK, 2019)

2.4.4. Soldadura

“Para unir los tubos de la jaula de seguridad se utiliza distintas herramientas de soldadura, dependiendo del constructor o el tipo de material. El producto final será el mismo” (RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015).

Según la FEDAK “el proceso de soldadura con material de aporte (alambre #8), de preferencia talleres certificados realizaran la construcción” (FEDAK, 2019).

Figura 9.

Soldadura de jaula de seguridad



Nota. Modelo soldado de jaula de seguridad. Tomado de (racing, 2012)

2.5. Extintores

“El extintor debe ser mínimo de dos kilogramos de peso con la instalación de repartidores de cañería hacia el motor y hacia el piloto en el habitáculo, debiendo activarse por el piloto sentado en el asiento con los cinturones de seguridad puesto y ajustado. Deberá estar señalado en el vehículo el lugar donde está el botón de accionamiento con una letra E de color rojo sobre un círculo blanco y una flecha que indique su ubicación” (RIBADENEIRA TOVAR & TOVAR JURADO, 2015).

Figura 10.
Sistema de extintores



Nota. Líneas de fuego en un vehículo de competición. Tomado de (sport, 2021)

2.6. Asientos de competición

“Su función principal es la de “abrazar” por completo el cuerpo del piloto, para así conseguir que esté lo más fijo posible tanto en el transcurso normal de la competición como en el caso de producirse un accidente. Su estructura puede ser tubular de acero o puede estar completamente fabricada en diferentes fibras (vidrio, kevlar, carbono, etc.). Es importante que se mantienen completamente fijos en la carrocería del coche, no pudiendo ser regulados de manera inmediata al igual que ocurre con los asientos convencionales que equipan los coches de calle. Tampoco tienen regulación de inclinación.” (García Martín, 2009).

Figura 11.
Asiento deportivo



Nota. Asientos usados en vehículos de competición. Tomado de (García Martín, 2009)

2.7. Cinturones de seguridad.

“Los coches de competición llevan unos cinturones de seguridad especiales. Se llaman arneses y pueden ser de 4 o de 5 puntos. El cierre que disponen es del denominado “aeronáutico”, es decir, de apertura rápida. Los arneses centrales van sujetos en unas barras traseras extras que se añaden al arco antivuelco, y los laterales van anclados a la carrocería” (García Martín, 2009).

Figura 12.

Cinturón de seguridad



Nota. Cinturón de 5 puntas en vehículos de competición. Tomado de (García Martín, 2009)

2.7.1. Cinturón de seguridad de 4 puntos

“Este cinturón es de hebilla o de cuatro puntos las mismas que son similares a los arneses los mismos que se usan actualmente en los vehículos de competición o también en las sillas para niños, el cinturón consta de tres partes, la primera sujeción tiene una forma de V de dos puntos de anclaje al asiento la misma que se encuentra en la parte de los hombros del conductor, la siguiente sujeción es una V retráctil el cual dispone de una hebilla en la parte central que permite el anclaje de dos tiras de cinturón mediante lengüetas, estas se anclan independiente mente al costado del conductor” (Pérez, 2010).

Figura 13.*Cinturón de seguridad de 4 puntos*

Nota. Cinturones de seguridad de 4 puntas usados en competencias. Tomado de (Bolivia, 2020)

2.7.2. Cinturón de seguridad de 5 puntos

“Este cinturón es semejante al de 4 puntos en donde se implementa o se añade una sujeción entre las piernas el cual nos da más seguridad, pero son más restrictivos los mismos que se usan en automóviles de competición o en sillas de niños. Este quinto punto sujeta la pelvis quien conecta con un cinturón entre las piernas. El mismo que podemos observar estos cinturones colocado en el vehículo la misma que está en su propia carrocería en donde el uso es posible en todo tipo de pista, este cinturón de cinco puntos dota de mejor retención y también más seguridad” (Pérez, 2010).

Figura 14.*Cinturón de seguridad de 5 puntos*

Nota. Cinturón de cinco puntas en vehículos de competencia. Tomado de (Pérez, 2010)

2.8. Señalética en el vehículo

“Además de los dispositivos de seguridad pasiva, que no afectan a los Oficiales como: el parabrisa laminado, arco de seguridad, arnés, cierres de capó, depósitos de seguridad, etc., los vehículos disponen de dos dispositivos que realmente nos interesan:” (Automovilismo, 2005).

2.8.1. Corta-circuito

“Su función es la de aislar la batería, del resto de instalación eléctrica. Normalmente está señalado con un relámpago rojo dentro de un triángulo azul. La punta del relámpago está indicando la maneta.

“En los turismos, el corta-circuito se encuentra en la base del parabrisa, en el lado del conductor. En los prototipos, se debe encontrar cerca del arco de seguridad. En los monoplasas se encuentra, generalmente, en la base del arco de seguridad.” (Automovilismo, 2005).

Figura 15.
Corta circuito



Nota. Representación de corta circuito. Tomado de (GT2i, 2022)

2.8.2. Extintor (varía según los vehículos y su grupo).

“Está señalado por una E blanca dentro de una circunferencia roja. Se encuentra, generalmente, cerca del corta-circuito. El mando es un botón que al pulsarlo dispara el extintor del habitáculo y del motor” (Automovilismo, 2005).

Figura 16.
Extintor



Nota. Representación de extintor. Tomado de (GT2i, 2022)

Capítulo III

3. Desarrollo

Para el presente Capítulo se realizará el diseño y construcción del roll bar rigiéndose a la normativa de la FEDAK, siguiendo con las normas descritas por la federación para llegar a obtener seguridad y protección del piloto en el vehículo.

3.1. Roll bar o jaula de seguridad

Según (FEDAK, 2019) “la jaula de seguridad el roll bar es una estructura multi tubular que se instala dentro del habitáculo del vehículo, cercana a las paredes de la carrocería como se observa en la figura 17 y cuya función es la de reducir la deformación de la carrocería en caso de impacto”.

“El arco central es una estructura tubular que forma un arco entre los pilares centrales de la carrocería. El elemento longitudinal es una estructura tubular ubicada longitudinalmente entre parantes en la parte inferior, este elemento tiene que estar situado mínimo a 10 cm desde el piso, y no más arriba de la mitad de los parantes, la misma que puede ser desmontable. El arco posterior es una estructura tubular que estará unida al arco central en un extremo y a la carrocería al otro extremo, la misma que puede ser desmontable”.

Figura 17.
Roll bar



Nota. Modelo de roll bar en un vehículo. Tomado de (FEDAK, 2019)

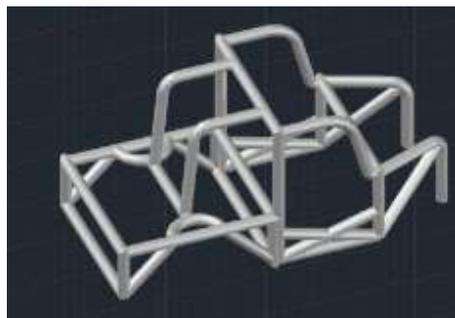
Tomando en cuenta los ítems descritos por la FEDAK se realiza un diseño en un programa computarizado o software CAD en el cual se comprobará la factibilidad de desarrollar el roll bar de tal manera que este sea liviano, seguro, resistente, de bajo costo y que cumpla con las consideraciones de la FEDAK.

3.1.1. *Diseño de roll bar en un software CAD*

Para desarrollar el roll bar se utiliza un software CAD, llegando así a especificar en el diseño las medidas y la forma que este debe tener.

La jaula de seguridad desarrollada en el programa CAD tiene perfecta simetría y encaja con la normativa de la FEDAK como se puede observar en la figura 18, su forma y diseño se puede decir que, al momento de implementarla en el vehículo, el piloto, el copiloto ante cualquier accidente tendrán una buena protección.

Figura 18.
Modelo roll bar 3D



Una vez terminado el diseño se detalla sus diferentes vistas en las figuras 19, 20, 21, 22, 23, 24.

Figura 19.
Vista L. derecha

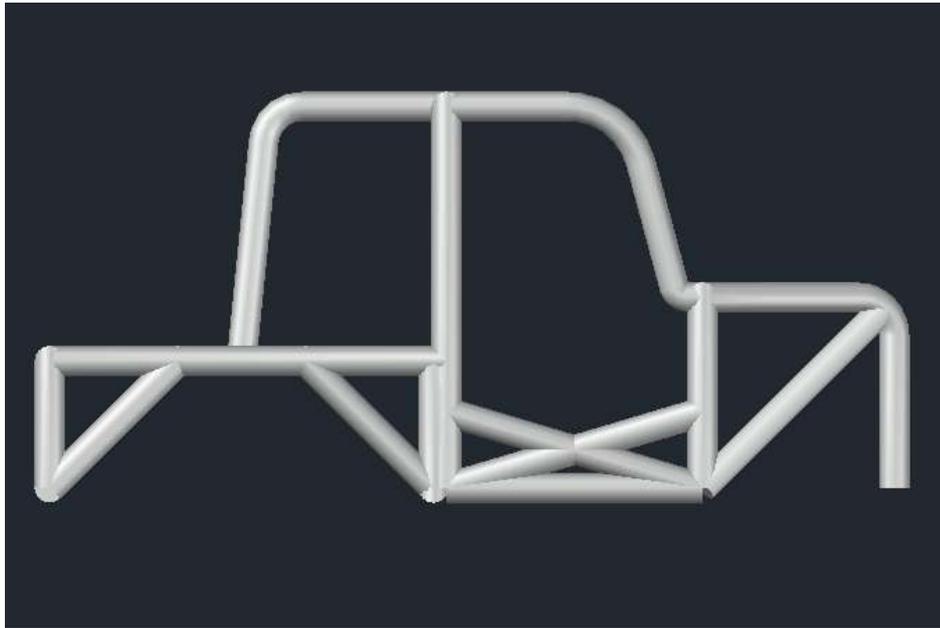


Figura 20.
Vista Frontal



Figura 21.
Vista L. izquierda

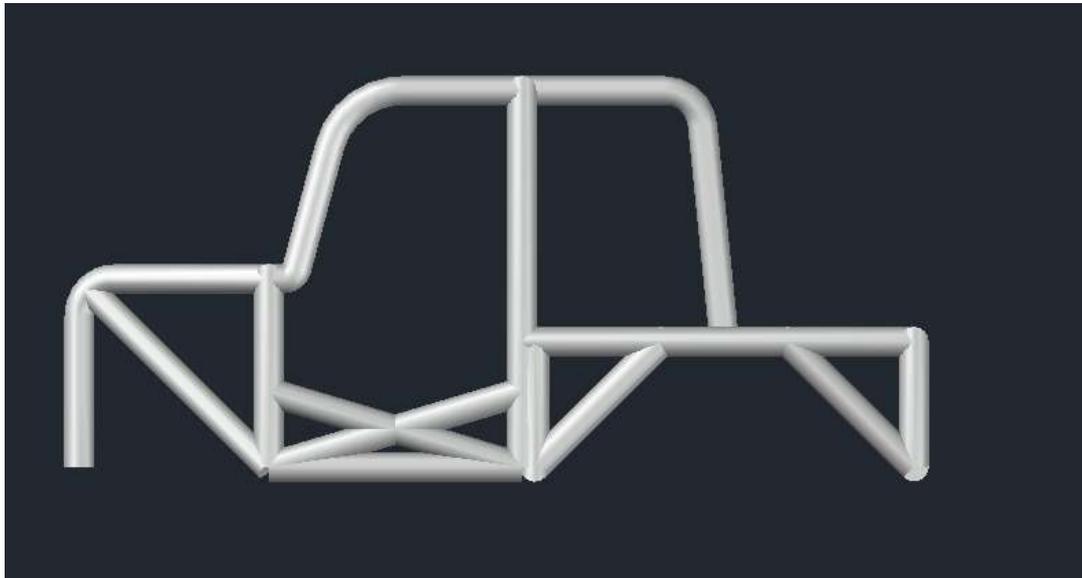


Figura 22.
Vista L. posterior

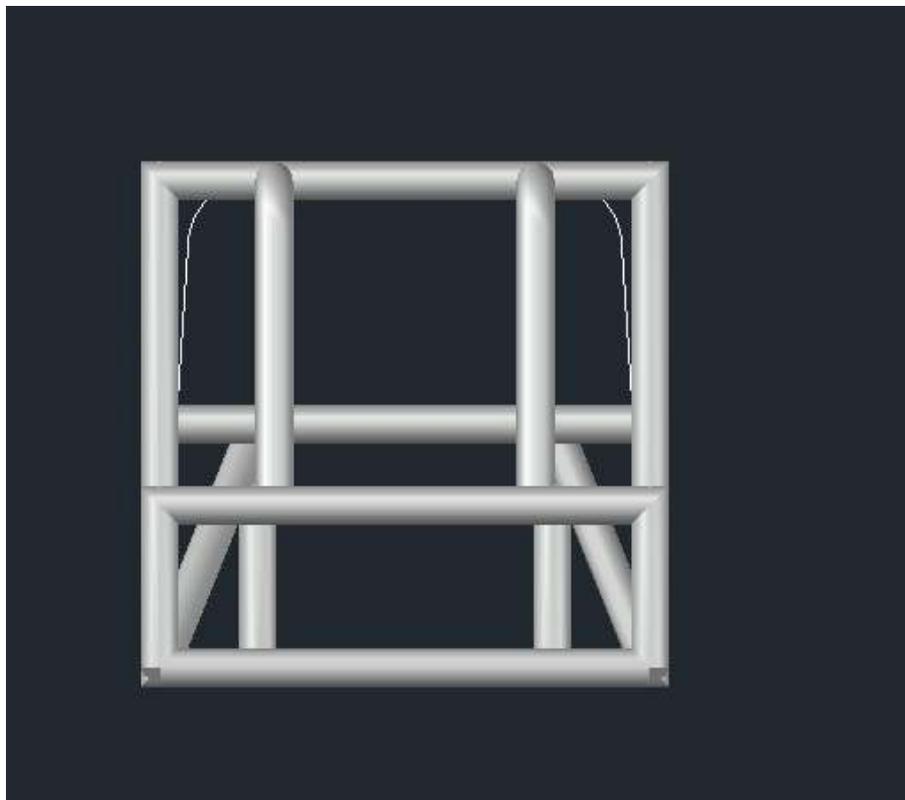


Figura 23.
Vista L. inferior

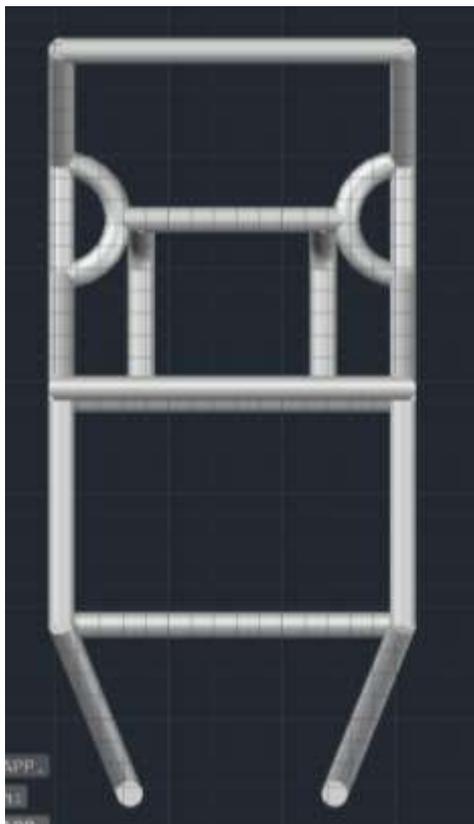
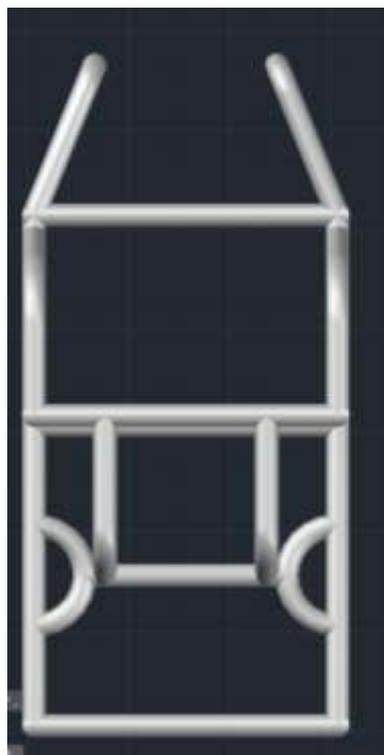
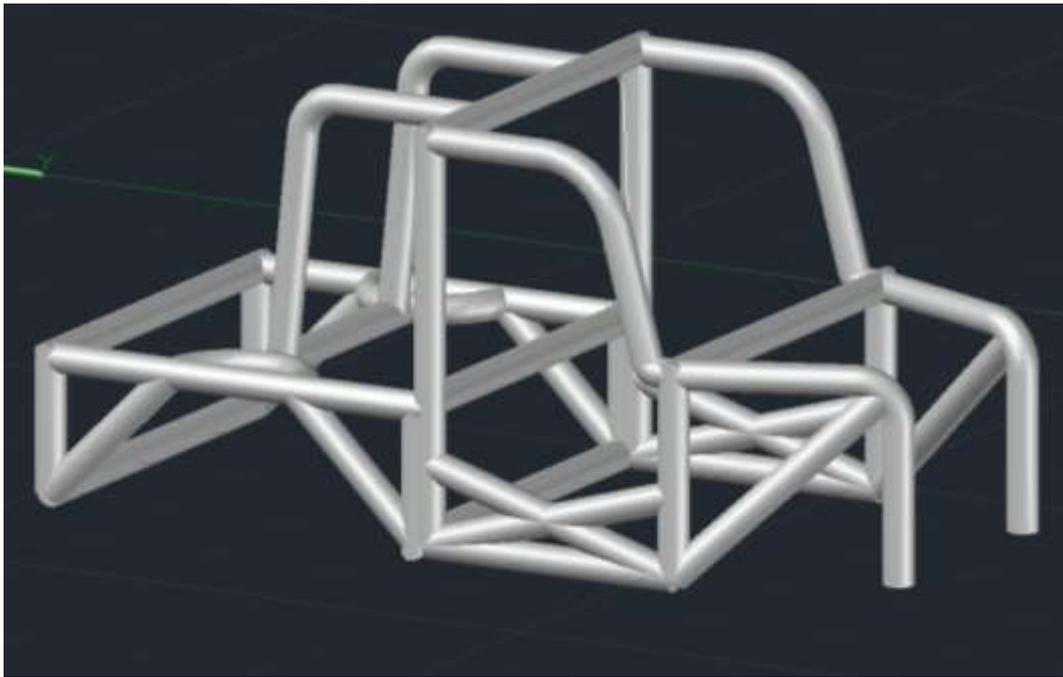


Figura 24.
Vista L. superior



Ya con el roll bar terminado en un programa CAD, se observa en la figura 25 el diseño final para su construcción.

Figura 25.
Roll bar completo



Nota. Roll bar desarrollado en un programa CAD.

3.2. Desarrollo de jaula de seguridad

Una vez realizado el diseño en un software CAD se procede a desarrollar la jaula de seguridad siguiendo un plano, teniendo en cuenta el material del tubo y las medidas.

El análisis estructural no es necesario ya que para realizar el roll bar en el programa CAD se investigó en varias tesis y diferentes libros, así como también en la normativa, se llegó a la conclusión que el roll bar a desarrollarse en el vehículo es resistente, liviano y los ocupantes tendrán protección suficiente si el vehículo llegara a tener un choque o algún tipo de accidente.

3.2.1. Selección de material

En el siguiente ítem para la selección del material se realiza la comparación entre dos materiales que son usados comúnmente en la construcción de autopartes, como son el acero inoxidable AISI 304 y el acero al carbono no aleado ASTM A36. Teniendo en cuenta las normas de la FEDAK, la medida y el material que se debe utilizar debe ser un material resistente, ligero y con buena soldabilidad.

Con la investigación se eligió a dos materiales los cuales son acero al carbono no aleado ASTM A36 y acero inoxidable AISI 304, así mismo comprobando que el material este en uso de acuerdo a las normas de la FEDAK.

- Se describe las características y factibilidad del acero inoxidable AISI 304 como material para construcción del roll bar:

“El acero inoxidable se oxida con menos facilidad que otros metales basados en el hierro, pero no es literalmente “inoxidable”. Como el acero estándar, el inoxidable puede marcarse con huellas digitales y grasa, desarrollar descoloración y eventualmente corroerse. La diferencia es la resistencia. El acero inoxidable puede resistir mucho más tiempo y abuso antes de mostrar signos de desgaste” (Reliance, 2022)

A continuación, en la tabla 1 se describe las características del acero inoxidable AISI 304, teniendo así la facilidad de observar y analizar cada propiedad que tiene este material y su factibilidad con la construcción y las normas FEDAK.

Tabla 1.
Propiedades del acero inoxidable AISI 304

Propiedades físicas	Métrico	inglés	Comentarios
Densidad	8,00 g/cc	0,289 lb/in ³	
Propiedades mecánicas	Métrico	inglés	Comentarios
Dureza, Brinell	123	123	Convertido de dureza Rockwell B.
Dureza, Nudo	138	138	Convertido de dureza Rockwell B.
Dureza, Rockwell B	70	70	
Dureza, Vickers	129	129	Convertido de dureza Rockwell B.
Resistencia a la tracción, máxima	505 MPa	73200 psi	
Resistencia a la tracción, rendimiento	215 MPa @Deformación 0,200 %	31200 psi @Deformación 0,200 %	
Alargamiento a la rotura	70 %	70 %	en 50mm
Módulo de elasticidad	193 GPa	28000 ksi	
El coeficiente de Poisson	0.29	0.29	
Módulo de corte	77,0 GPa	11200 ksi	
Impacto de Izod 	150 J @Temperatura -195 °C	111 libras-pie a temperatura -319 °F	Muesca en V
	150 J a temperatura 21,0 °C	111 ft-lb a temperatura 69,8 °F	Muesca en V
Impacto Charpy	325 J	240 libras-pie	
Propiedades de los elementos del componente	Métrico	inglés	Comentarios
Carbono, C	<= 0,080 %	<= 0,080 %	
Cromo, Cr	18 - 20 %	18 - 20 %	
Hierro, Fe	66.345 - 74 %	66.345 - 74 %	como equilibrio

Propiedades de los elementos del componente	Métrico	inglés	Comentarios
manganeso, manganeso	<= 2,0 %	<= 2,0 %	
níquel, ni	8,0 - 10,5 %	8,0 - 10,5 %	
Fósforo, P	<= 0,045 %	<= 0,045 %	
Silicio, Si	<= 1,0 %	<= 1,0 %	
azufre, S	<= 0,030 %	<= 0,030 %	

Nota. Tabla tomada de (MatWeb, 2022)

Al observar la tabla se puede concluir que “El acero inoxidable es resistente al efecto corrosivo del medio ambiente y soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo. El inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Aplicaciones: Industrias alimenticias, cervecera, azucarera, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc.” (MatWeb, 2022).

- A continuación, se describe características y factibilidad del acero al carbono no aleado ASTM A36 como se observa en la tabla 2:

“El acero al carbono, está compuesto solo de hierro y carbono, lo que le otorga mayor dureza y menor resistencia al óxido, así como una mayor flexibilidad. Es ideal para entornos secos” (PROMETAL, 2018)

“El acero al carbono es muy utilizado debido a su impresionante dureza y resistencia. Como ya se mencionó, esta propiedad depende directamente en la cantidad de carbono utilizado en su aleación. Los aceros con menor presencia de carbono se usan en carrocerías y barandas, pero también en naves debido a su composición liviana, pero dura. Por otro lado, los aceros con mayor composición de carbono se utilizarán en construcciones dada su gran resistencia y su facilidad para soldar” (CBMETAL, 2021).

Tabla 2.
Propiedades del acero ASTM A36

Propiedades físicas	Métrico	inglés	Comentarios
Densidad	7,85 g/cc	0,284 libras/pulg ³	
Propiedades mecánicas	Métrico	inglés	Comentarios
Resistencia a la tracción, máxima	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Resistencia a la tracción, rendimiento	250 MPa	36300psi	
Alargamiento a la rotura	20 %	20 %	en 200mm
	23 %	23 %	En 50 mm.
Módulo de elasticidad	200 GPa	29000 ksi	
Resistencia a la fluencia compresiva	152MPa	22000psi	Resistencia a la compresión admisible
Módulo de volumen	160 GPa	23200 ksi	Típico para acero
El coeficiente de Poisson	0.26	0.26	
Módulo de corte	79,3 GPa	11500 ksi	
Propiedades de los elementos del componente	Métrico	inglés	Comentarios
Carbono, C	0,29 %	0,29 %	
Cobre, Cu	>= 0,20 %	>= 0,20 %	solo si se especifica acero al cobre
Hierro, Fe	98 %	98 %	
manganeso, manganeso	0,80 - 1,2 %	0,80 - 1,2 %	
Fósforo, P	0,040 %	0,040 %	
Silicio, Si	0,15 - 0,40 %	0,15 - 0,40 %	
azufre, S	0,050 %	0,050 %	

Nota. Tabla tomada de (MatWeb, 2022)

Con las características en las tablas 1 y 2 de los materiales que se pretende utilizar en la construcción del roll bar, se realizan las siguientes tablas 3, 4 de comparación para realizar un análisis y dar una ponderación del material más efectivo a utilizar.

Tabla 3.
Tabla de factibilidad

Alcance	Valor
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Tabla 4.
Comparación de materiales

Características	Acero inoxidable	Acero al carbono ASTM
	AISI 304	A36
Resistencia a la corrosión	3	2
Dureza	3	2
Fácil de soldar	1	3
Fácil de moldear	1	3
Resistencia a la tracción	3	2
Acepta cierto grado de temple	1	3
Usado actualmente	1	3
Recocido blando	3	2
Costo	3	1
Total	19	21

En conclusión, el material seleccionado y que es apto para la construcción de la jaula de seguridad es el acero al carbono no aleado o ASTM A36 ya que, en comparación al acero

inoxidable, tiene muchas más características factibles y coincide con las especificaciones que se describe en las normas de la FEDAK.

3.2.2. Medición, corte y doblado de tubos

Para la construcción del roll bar, cuna de motor y soporte de caja se adquiere el material que son 6 tubos de acero al carbono no aleado con 30% de carbono o ASTM A36. Cada tubo tiene la medida de 6 metros de largo, de 2 pulgadas y 2 milímetros de pared. Cabe recalcar que la tubería adquirida coincide con las especificaciones de la FEDAK.

El procedimiento para la construcción del roll bar: se mide y corta los tubos de acuerdo al plano realizado con las medidas exactas para la realizar la cuna del motor, primero se realiza las paredes del cajón del vehículo y la cuna del motor. Como se puede observar en la figura 26 se realiza la medición y corte de los tubos según el plano realizado.

Figura 26.
Corte de tubos



El siguiente paso como se observa en la figura 27 es realizar boca de pescado en la punta de los tubos para su fácil acople y soldadura.

Figura 27.
Moldeo de tubos



Se realiza el encaje de los tubos como se observa en la figura 28, 29, 30 así como la comprobación de las medidas de los mismos.

Figura 28.
Comprobación de medidas



Figura 29.
Comprobación de medidas



Figura 30.
Encaje y medición



Se procede a doblar los tubos como se observa en la figura 31 y 32 según el plano realizado.

Figura 31.
Doblado de tubos



Figura 34.
Doblado de tubos



A continuación, comprobar que los tubos doblados encajen según el plano como se observa en la figura 33.

Figura 37.
Tubo en forma de U



Se adquiere 3 tubos de 6 metros de largo y de 2 pulgadas y 2 milímetros de pared para el roll bar delantero. Se realizan las mediciones y cortes de los tubos para la cabina de la Mini Austin como se puede observar en la figura 34, 35 y 36.

Figura 40.
Corte y prueba de tubos



Figura 43.
Corte y prueba



Figura 46.
Prueba



3.2.3. Selección de tipo de soldadura

Para realizar el proceso de soldadura del roll bar se selecciona entre tres tipos de soldadura, la elección del tipo de la soldadura debe ser la correcta para que la jaula de seguridad sea resistente y no se rompa ante algún tipo de accidente. Primeramente, se describen las características del material a soldar para determinar el proceso de soldadura a utilizar como se observa en la tabla 5.

Tabla 5.
Características del material

Características	
Tipo de material	Acero al carbono no aleado ASTM A36
Medidas	2 pulgadas y 2 milímetros de pared
Corriente	Continua
Calidad	Alta
Procesos	Un solo proceso

Para elegir la soldadura más conveniente entre MAG, TIG y SMAW en la tabla 6 se compara sus características y usos.

Tabla 6.
Características de tipos de soldaduras

Tipo de soldadura	Características
MAG	Es un tipo de soldadura con gas activo, los tipos de gas activo que utiliza como gases de protección son dióxido de carbono u oxígeno y mezclas de argón. Este tipo de soldadura es muy utilizada debido a su alta rentabilidad y productividad.

Tipo de soldaduras	Características
MAG	<p>Con el uso del proceso de soldadura MAG existe una elevada seguridad del proceso y la capacidad de fusión, excelente calidad metalúrgica y baja producción de escoria y salpicaduras.</p> <p>Según (Liquide, 2021) con la soldadura tipo MAG se obtiene una alta productividad y una gestión global de los costes, al igual que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas velocidades de soldadura • Excelentes perfiles de penetración • Salpicadura extra baja • Fluidez en el baño de soldadura

Tipo de soldaduras	Características
SMAW	<p>Es un proceso de soldadura en el cual se produce un arco eléctrico entre un electrodo metálico y un metal base, la varilla metálica está rodeada de una capa de revestimiento.</p> <p>Según (Arco, 2022) el revestimiento del electrodo, que determina las características metálicas y químicas de la unión, está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos que cumplen las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producir gases protectores para evitar la contaminación atmosférica y gases ionizantes para dirigir y mantener el arco. • Producir escoria para proteger el metal ya depositado hasta su solidificación.

Tipo de soldaduras	Características
SMAW	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="544 371 1374 465">• Suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación y hierro en polvo. <p data-bbox="491 501 1374 723">Este tipo de soldadura es para procesos de pequeña escala, el soldador electrodo se debe cambiar ya que este se consume rápidamente, el soldador tiene que interrumpir su trabajo para cambiar de electrodo y limpiar el punto de inicio de la soldadura.</p>
Tipo de soldaduras	Características
TIG	<p data-bbox="491 909 1374 1133">Este tipo de soldadura se realiza con un electrodo infusible o que no se consume y está protegida por un gas inerte, el electrodo está compuesto de aleaciones de tungsteno o tungsteno, que soporta altas temperaturas de fusión, además se produce un arco eléctrico que facilita la unión del material.</p> <p data-bbox="491 1169 1374 1328">El gas inerte que es descargado por la soldadura la protege de la contaminación atmosférica, así como también protege al electrodo, el baño de soldadura, el arco y el material de relleno.</p> <p data-bbox="491 1364 1374 1458">Según (Technologies, 2022) la soldadura TIG se usa para soldar aceros inoxidables austeníticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="619 1529 1350 1624">• Como la soldadura es mucho más fluida, los operadores deben aumentar la velocidad de soldadura. <li data-bbox="588 1682 1374 1839">• La limpieza antes de la soldadura es mucho más importante, dada la mayor sensibilidad de estos aceros a la formación de grietas (calientes) en la zona fundida.

Tipo de soldaduras	Características
TIG	<ul style="list-style-type: none"> • Los filtros especiales para la salida de la antorcha y la tapa en el reverso del metal reducen la coloración del cordón de soldadura. • Esperar unos momentos para quitar la antorcha una vez que se completa la soldadura evita la oxidación del cráter. <p data-bbox="496 689 1378 781">Este tipo de soldadura solo se usa para soldar aceros inoxidable austeníticos, no se utiliza para soldar aceros al carbono y aceros de baja aleación.</p>

El operador tiene conocimientos en soldadura MAG y SMAW, además que sus aplicaciones son válidas para la elaboración del roll bar, son preseleccionados los procesos como se observa en la tabla 7.

Tabla 7.
Preselección de soldadura

Proceso de soldadura	Acero al carbono	Acero inoxidable
MAG	S, I, M, T	S, I, M, T
SMAW	S, I, M, T	S, I, M, T
Leyenda		
S: lamina (hasta 3 mm de espesor)	I: intermedio (de 3 a 6 mm de espesor)	M: medio (de 6 a 19 mm de espesor)
T: gruesa (más de 19 mm de espesor)	N/A: no aplica	NR: no recomendado

Nota. Tabla tomada de (Jácome Guevara, 2020)

De esta forma se preseleccionan los procesos de soldadura que son los más adecuados para soldar tubos de aceros al carbono con medida de 2 pulgadas y 2 milímetros de pared, el proceso SMAW se descarta debido que para soldar tubos de la medida seleccionada para la fabricación del roll se necesita mayor habilidad. En la tabla 8 se observa el costo de cada proceso de soldadura y la habilidad que se necesita para desarrollarla.

Tabla 8.

Aplicaciones de procesos de soldadura

	Habilidad	Costo
MAG	Baja	Bajo
SMAW	Moderada	Alto
TIG	Alta	Alto

Nota. Tabla tomada de (Jácome Guevara, 2020)

Debido al bajo costo y la poca habilidad que se debe tener para realizar el proceso de soldadura MAG, este proceso de soldadura es seleccionado.

3.2.4. Ensamble y soldadura de tubos

Después de cortar y doblar perfectamente los tubos a utilizar en el ensamble del roll bar se va a armar la cuna de motor y base de caja realizando pequeños puntos de suelda y observando que todos los tubos tengan la medida y el corte determinados para que todo llegue a coincidir perfectamente. El tipo de suelda que se utilizó es suelda MAG.

“Para la soldadura MAG se utilizan gases activos como CO₂ puro o gases mezcla (argón, CO₂, O₂) de diferente composición. Estos son muy reactivos. El proceso de soldadura MAG se utiliza para materiales no aleados, de baja y alta aleación” (FRONIUS, 2022).

Se procede a dar puntos de suelda de manera que coincida con las bases del roll bar como se observa en la figura 37 y 38.

Figura 49.
Puntos de suelda



Figura 52.
Puntos de suelda



El proceso de soldadura en la parte trasera es importante ya que las medidas deben ser exactas debido a que debe coincidir las bases del motor y la caja como se puede observar en la figura 39.

Figura 55.
Armazón de la parte trasera armado



Para que el motor y la caja coincidan perfectamente en sus bases se sitúan los dos componentes ya en sus bases como se observa en la figura 40 y 41, teniendo en cuenta esto se procede a soldar.

Figura 58.
Motor y caja montados



Figura 61.
Roll bar en suspensión



Una vez verificado que los componentes encajan adecuadamente se procede con el cordón de acabado como se observa en las figuras 42, 43 y 44.

Figura 64.

Soldadura completa

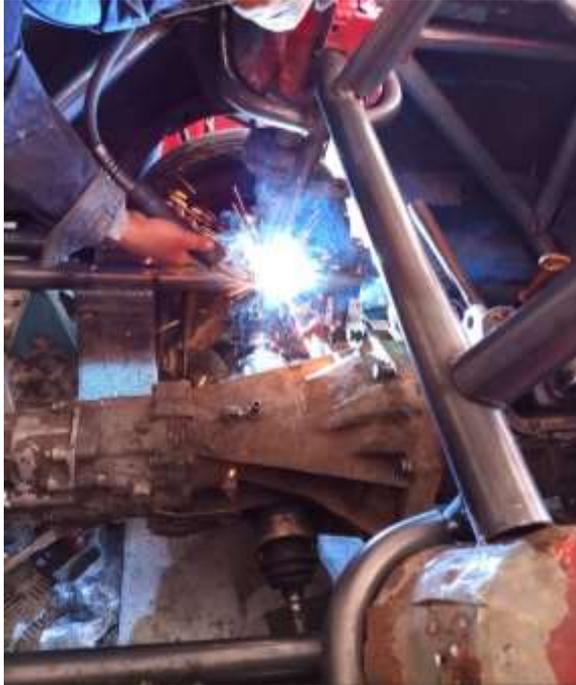


Figura 67.

Cordón de soldadura



Figura 70.
Corrección



De esta forma se va dando el proceso de suelda completa en las bases o torretas de la suspensión como se observa en la figura 45.

Figura 73.
Soldadura de torretas de suspensión



En la figura 46 se observa el roll bar de la parte de atrás de la Mini Austin terminado completamente.

Figura 76.

Roll bar trasero terminado



Nota. Cuna de motor y base de caja o roll bar de la parte de atrás terminado.

Una vez terminado el ensamble de los tubos de la cuna del motor y base de caja se realiza el roll bar de la parte de la cabina del vehículo. Al igual se realiza un proceso de soldadura MAG.

Los tubos son colocados de forma exacta para que encajen perfectamente de acuerdo al plano. Se realiza el procedimiento de soldadura en los laterales de la cabina como se observa en la figura 47.

Figura 79.
Armazón roll bar delantero



Se realiza el ensamble de los tubos en las diferentes partes ya especificadas como se observa en la figura 48 y 49.

Figura 82.
Roll bar delantero



Figura 85.
Roll bar delantero



Se realiza la soldadura de las sujeciones en X en los laterales para mayor seguridad del piloto y copiloto como se puede observar en la figura 50.

Figura 88.
Sujeciones en x



Además, como refuerzo para evitar que se abran los tubos y evitar deformación se desarrolla unas molduras en el centro de las sujeciones en X como se observa en la figura 51.

Figura 91.
Molduras



En la parte delantera se colocan los tubos y sueldan siguiendo el plano realizado como se observa en la figura 52.

Figura 94.
Refuerzo en la parte delantera



Después de dar puntos de suelda se pone en ejecución la soldadura completa en el roll bar delantero como se observa en la figura 53.

Figura 97.

Roll bar delantero completo



El roll bar está completamente terminado, llegando así a culminar el proceso de cortado, ensamble y suelda, así el vehículo obtiene la seguridad necesaria para la competición seleccionada ya que si se llega a presentar un accidente el piloto y copilo estarán protegidos y no sufrirán daños, así como también la Mini Austin obtendrá mayor dureza y no se destruirá fácilmente ante un impacto.

3.2.5. Pintura

Una vez armado y soldado completamente el roll bar se pone en ejecución el proceso de masillado y pulido de las soldaduras para después poder pintar como se puede observar en las figuras 54 y 55.

Figura 100.
Masillado



Figura 103.



El tipo de pintura usado es pintura sólida, “la pintura sólida es una sola aplicación del color” (Pinturasmirobrig, 2020).

El color elegido para el roll bar en la parte de la cabina del vehículo es el blanco ya que así podrá resaltar y se podrá mirar más estético y llamativo, la parte del roll bar de la cuna del motor y base de caja es de color negro en combinación con bate piedra.

“En la actualidad, muchos fabricantes utilizan la pintura solida en la que la pintura acrílica se mezcla con un agente endurecedor de isocianato para formar una especie de superpegamento de color, y elimina la necesidad de aplicar una capa de barniz por separado. Los colores sólidos funcionan de forma brillante para conseguir un acabado de un solo tono completamente uniforme. También son baratos y vienen con varios beneficios de mantenimiento” (Pinturasmirobrig, 2020).

Siguiendo con el proceso de pintura primero se coloca una capa de pintura de fondo color verde en todo el roll bar como se mira en la figura 56, para después aplicar la capa de pintura blanca como se mira en la figura 57.

Figura 106.

Fondo verde de pintura



Figura 109.

Capa blanca de pintura



Ya con proceso de pintura terminado y completamente seco con se observa en la figura 58 se puede ejecutar con mayor facilidad el siguiente paso del proyecto.

Figura 112.

Pintura del roll bar terminado



Una vez finalizado el proceso de pintura de la parte del roll bar de la cabina de la Mini Austin se procede a poner color en la parte de la cuna del motor y la base de caja, para este proceso se elige un color negro con batepiedra ya que así este lugar del roll bar podrá ser protegido contra polvo, agua y demás elementos contaminantes.

“BATEPIEDRA es un producto formulado en base a resina acrílica de alta calidad y pigmentos con elevada resistencia a los rayos solares, que una vez aplicado forma una película que ofrece elevada flexibilidad, resistencia al impacto, previniendo la corrosión y aportando un acabado profesional. Producto de fácil acabado profesional. Producto de fácil aplicación. Brinda gran resistencia contra los agentes atmosféricos y reducción de ruidos molestos” (WESCO, 2022).

A continuación en la figura 59 se observa la aplicación de un fondo verde en el roll bar de la parte de atrás del vehículo.

Figura 115.
Pintura de fondo



Posteriormente una vez seco el color de fondo, se aplica el bate piedra llegando así la culminación del proceso de pintura del roll bar como se mira en la figura 60 y 61.

Figura 118.
Bate piedra terminada



Figura 121.

Roll bar delantero terminado



Nota. Proceso de pintura del roll bar delantero y de la cuna del motor terminado.

3.3. Implementación de la línea de fuego

Los extintores son la parte más importante en la línea de fuego ya que evitan que el fuego se extienda a las demás partes del vehículo. Siguiendo el reglamento de la FEDAK el cual dice que “el extintor de incendios debe de ser mínimo de 2 kg, debidamente fijado y de fácil acceso al piloto, además deberá contar con un extintor adicional en pits de mínimo 10 kg.” (FEDAK, 2019)

Al igual que en el artículo 13 de la FEDAK dice: “es obligatorio llevar a bordo un extintor, del tipo polvo químico o espuma, de por lo menos dos kilos de capacidad, al alcance de la mano del piloto” (FEDAK, 2019).

3.3.1. Selección de extintor

Para la elección del extintor se debe saber la naturaleza del combustible a utilizar para el funcionamiento del motor, las condiciones ambientales donde va ir ubicado el extintor, si se encuentra cerca del extintor sustancias químicas que puedan reaccionar negativamente.

Al momento de elegir el extintor se debe tener en cuenta si es fácil de manejar, si tiene eficacia por si se llega a presentar un accidente y se requiere su uso y el mantenimiento que se le debe dar.

Siguiendo estos parámetros se opta por un extintor de 10 kg como se observa en la figura 62 el cual será instalado al alcance del piloto y copiloto, así como su accionamiento.

Figura 124.
Extintor



El extintor adquirido es de polvo químico seco, sirve para la clase de fuegos A, B y C, es apto para usarse de -25 °C a + 60 °C. El extintor es de fácil utilización y cumple con los

requerimientos DOT para cilindros de acero, se debe inspeccionar al menos una vez al mes o con mayor frecuencia, se debe recargar el extintor inmediatamente después del uso, se debe llenar con 10 lbs (1,134 kg) de fosfato monoamónico químico seco.

3.3.2. Instalación

Para la instalación del extintor primero se elige un lugar que tenga espacio para no interrumpir su accionamiento en caso de tener que usarlo, entonces al momento de hacer tal procedimiento se tiene muchas opciones del lugar donde se podría instalar el extintor, pero algunas opciones quedaron sin factibilidad debido a problemas de espacio ya sea en la cabina, y problemas de peligro de reacción en la parte trasera del vehículo.

Se toma la decisión de instalar el extintor en la parte delantera del vehículo debajo del capó como se observa en la figura 63 y su accionamiento se lo realiza a través de un cable tensor y una palanca. Además de existir ventajas de instalar el extintor en el sitio elegido ya que mejora la distribución del peso del vehículo.

Figura 127.
Extintor



Se realiza el trazado de las tuberías y la fijación de las mismas las cuales son de cobre de 3/8 y para unir las cañerías se utilizan acoples de bronce en forma de T, siendo estas específicamente para trasladar este tipo de polvo químico del extintor hacia las diferentes partes donde este debe de llegar al momento de accionarse.

Las cañerías de cobre deben ir desde el extintor, primero al tanque de combustible, después a la cabina donde está el piloto y copiloto y luego al motor como se observa en las figuras 64, 65 y 66.

Figura 130.

Cañerías del extintor al tanque de combustible



Figura 133.
Instalación de cañerías



Figura 136.
Instalación de cañerías en la cabina del vehículo



Lo siguiente es instalar las cañerías desde el extintor hasta el motor como se observa en la figura 67 y 68.

Figura 139.
Instalación de cañerías hacia el motor



Figura 142.
Instalación de cañerías de extintor al motor



Al terminar el proceso de instalación de las cañerías, para obtener una mejor unión y que no exista fugas en las cañerías al momento que el polvo este pasando por ellas se dio un proceso de soldadura como se observa en la figura 69 y 70.

Figura 145.
Soldado de cañerías del extintor



Figura 148.
Soldadura de cañerías



Terminada la instalación de las cañerías, se continúa con el sistema de accionamiento.

3.3.3. Accionamiento

Para que el extintor se pueda poner en marcha correctamente se fabrica un tipo de accionamiento que consiste en un cable tensor y una palanca, la cual al momento de jalar mueve la palanca del extintor accionándolo inmediatamente.

Se realiza la instalación un cable tensor en el accionamiento del extintor como se observa en la figura 71.

Figura 151.
Accionamiento de extintor



El cable va desde el extintor hasta la cabina del vehículo como se observa en la figura 72 donde se instala la palanca de accionamiento como se observa en la figura 73.

Figura 154.
Instalación del cable de accionamiento

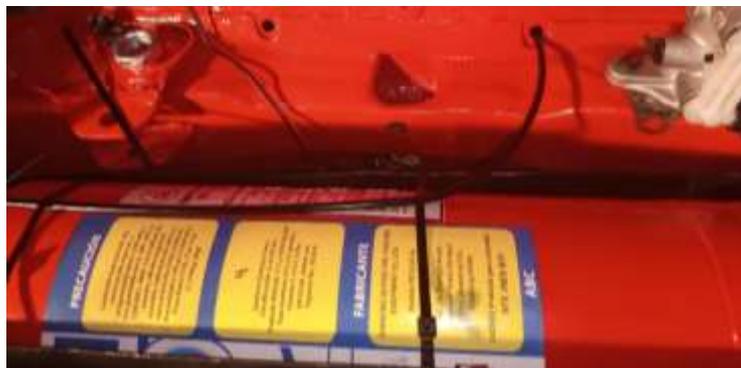


Figura 157.
Accionamiento



3.4. Asientos de competencia

Los asientos deportivos son muy importantes en los vehículos de competencia. “Estos asientos de alto rendimiento se caracterizan por dos aspectos muy importantes. El primero de ellos está relacionado con la seguridad a bordo de los ocupantes, y es que los asientos baquet están diseñados con cuatro, cinco o seis puntos de soporte, a través de los cuales se hace pasar el cinturón de seguridad, proporcionando una alta seguridad al ocupante, evitando golpes y daños graves en caso de sufrir un accidente. Otro de los aspectos que destacan de los asientos baquet es su gran ergonomía. Estos asientos están diseñados para cubrir la totalidad del tronco del ocupante, ajustándose a la perfección y aportando un óptimo soporte” (Helloauto, 2022)

Se elige el asiento de cuatro puntas como se observan en la figura 74 debido a su costo, su efectividad, su confort y su cumplimiento en la normativa de la FEDAK, además su encaje perfecto en el vehículo. Después de obtener los asientos de competencia se realiza la instalación de los mismos.

Figura 160.

Asientos deportivos



3.4.1. Anclaje de los asientos

Se realiza la medición de los asientos y el espacio de la cabina donde estos deben ir, para poder anclarlos fácilmente como se observa en la figura 75 y 76.

Figura 163.

Medición de espacio



Figura 166.

Señales para el anclaje



Se corta algunas impurezas y se realizan los orificios de las bases como se observa en la figura 77 y 78.

Figura 169.
Eliminación de impurezas



Figura 172.
Orificios de bases



Se realiza las bases de los asientos con platina de hierro de 2 mm de espesor, para que el asiento sea fijo e inmóvil, como se puede observar en la figura 79.

Figura 175.

Se realiza agujeros en las bases



Se instalan las bases en los orificios correspondientes como se observa en la figura 80 para proceder a montar los asientos.

Figura 178.

Montaje de bases de asientos



Se fijan los asientos perfectamente como se observa en la figura 81 dando por terminado el proceso.

Figura 181.

Asientos anclados



3.5. Implementación de cinturones de seguridad

Para la implementación de los cinturones de seguridad se decide que debido a la velocidad en la que se debe recorrer las rutas en una competencia los cinturones deben ser resistentes y que se adapten al asiento y al piloto, así que se instalan cinturones de 5 puntas como se observa en la figura 82 los cuales además de cumplir con las características mencionadas, cumplen con las normas de la FEDAK.

Figura 184.
Cinturones de seguridad



Se instalan los cinturones realizando los respectivos orificios y fijándolos en el piso del vehículo, en el lugar respectivo donde tiene que ser instalada cada parte del cinturón como se observa en las figuras 83, 84, 85 y 86 para que tenga un buen agarre, sea cómodo, además que el piloto y copiloto puedan obtener una buena sujeción en una carrera.

Figura 187.
Instalación de cinturones



Figura 190.
Cinturón del piloto



Figura 193.
Cinturón de 5 puntas

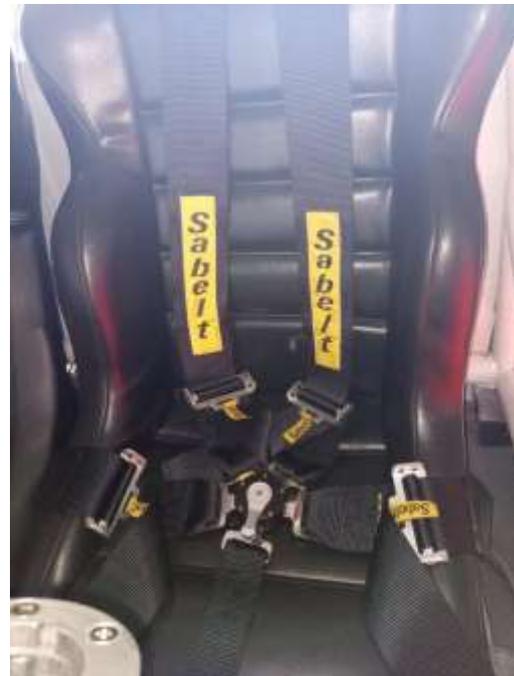
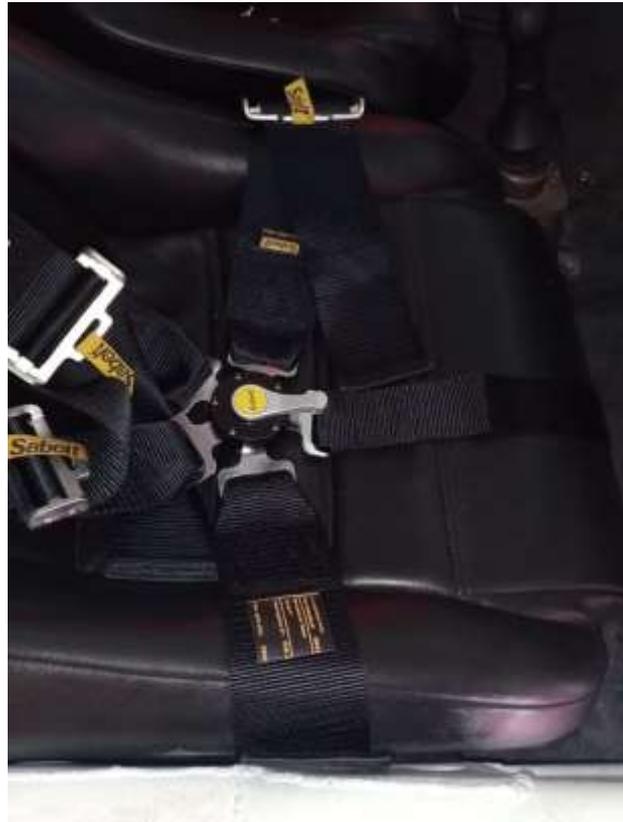


Figura 196.
Cinturón de copiloto

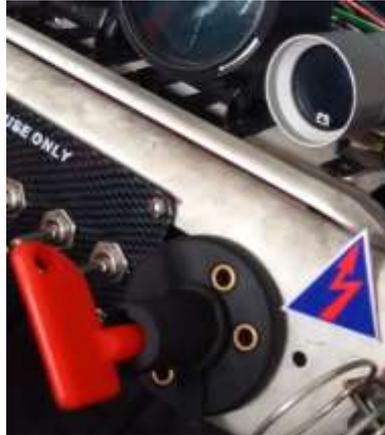


3.6. Instalación de señalética

La señalética es muy importante en un vehículo de competición ya que permite que el piloto y el copiloto puedan ubicar lo más pronto posible como es el cortacorriente y el extintor en caso de accidente.

En este caso se instala la señalética de cortacorriente como se observa en la figura 87 ya que es muy importante, porque este mecanismo permite cortar o dejar de suministrar corriente a todo el vehículo, así en caso de accidente no sucederá ningún corto circuito que permita que el vehículo se incendie o pasa cosas mayores.

Figura 199.
Cortacorriente



Además, el símbolo de extintor como se muestra en la figura 88 es muy importante ya que así se observará más rápido el accionamiento del extintor como se mira en la figura 89 durante una carrera y en caso de accidente.

Figura 202.
Extintor



Figura 205. *Accionamiento extintor*



3.7. Presupuesto

A continuación, se describe el presupuesto que se utilizó en el proyecto.

Tabla 9.
Costo del proyecto

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
	Tubos de acero no aleado de 2		
9	pulgadas y 2 milímetros de pared.	27,50	247,50 dólares
10	Discos de corte	1,90	19 dólares
20	Pernos, tuercas y rodela	0,75	15 dólares
1	Proceso de soldadura del roll bar	500	500 dólares
2	Asientos de competición	200	400 dólares
3	Platinas	3	9 dólares
1	Extintor	27	27 dólares
7	metros de cañería de cobre	5,35	37,49 dólares
3	Conectores de bronce tipo T	4	12 dólares
2	Cinturón de seguridad 5 puntas	200	400 dólares
Total			1666,99 dólares

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

Se desarrollo el presente proyecto mediante la respectiva investigación y estudio de la normativa descrita por la FEDAK sobre la implementación de los equipos de seguridad en el vehículo de competición, dando a conocer la estructura y diseño en un software CAD de la jaula de seguridad, así como la implementación de los equipos de seguridad las mismas que se rijan a las normas para la categoría TC 2000.

Se realizo la selección de material para la construcción y se implementó la jaula de seguridad en el prototipo de pista Mini Austin 1973. Mediante la normativa de la FEDAK fue seleccionado acero al carbono no aleado ASTM A36 como material de construcción para jaula de seguridad, analizando cada detalle específico para un punto fijo de sujeción, la construcción de la misma dando forma y resistencia a la jaula de seguridad siguiendo paso a paso el ensamble, la misma que precautela la integridad y seguridad del piloto y copiloto.

Se construyó la line de extinción de fuego con su respectivo accionamiento, analizando el recorrido y lugares específicos para colocar las salidas de cada expansor, así como el accionamiento para la activación de los extintores dando a conocer su funcionamiento en cada lugar analizado. Para demostrar que su funcionamiento fue adecuado se realizaron pruebas las mismas que se rigieron a las normas de la FEDAK.

Se implementó los asientos fijos de marca SPARCO la misma que está aprobada con la homologación FIA 8855-1999 y un material QTR, los materiales son antideslizantes y con un peso total de 8kg, los cinturones de seguridad son seleccionados de la marca SABELT de 5 puntas con la homologación FIA Apto Hans, quien tiene una correa de 2 pulgadas y un ajuste de acero Pull Up con una fijación de gancho de presión, específicamente para este tipo de

vehículo de competición en artículo 14 de la FIA (Federación Internacional Automóviles) y artículo 35 de la FEDAK , para la implementación de cada uno de ellos nos regimos que sean normados por la FEDAK para la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973.

Se realizó la colocación de la señalética o indicadores de seguridad en los puntos de mayor observación o indicados referentes a las normas las mismas que tienen que ser claras y de un tamaño específico del mismo modo de un color rojo y blanco el cual no tiene que obstaculizar la vista del piloto, para la implementación nos regimos a la normativa FEDAK para la categoría TC 2000 para el prototipo de pista Austin 1973.

4.2. Recomendaciones

Al momento de utilizar discos de corte, taladros o soldadura es indispensable utilizar el equipo de protección personal adecuado para evitar accidentes y percances.

Utilizar las herramientas adecuadas para cada trabajo para facilitar la actividad a realizar y para que sea echo correctamente.

Al fabricar e instalar los elementos como el roll bar, asientos, extintor observar detenida y detalladamente las normas descritas por la FEDAK para que no existan inconvenientes.

Al momento de seleccionar el material de fabricación tomar en cuenta las normas de construcción que rige la FEDAK.

Bibliografía

- Arco, W. (2022). *West Arco*. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de Proceso de Soldadura - Arco Manual con Electrodo Revestido (SMAW):
<https://www.westarco.com/westarco/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-arco-manual-con-electrodo-revestido.cfm>
- ARÍZAGA CÁCERES, E. R., & GÓMEZ RODRÍGUEZ, D. P. (2015). *ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS FALTANTES DE SEGURIDAD VEHICULAR DE LA CATEGORÍA M1 EN LA NORMA NTE INEN 034:2010 Y UNA PROPUESTA DE MEJORA*. Tesis de grado previo a la obtención del título de: INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA, CUENCA. Recuperado el 29 de Noviembre de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8932/1/UPS-CT005181.pdf>
- Automovilismo, R. F. (2005). *Manual de oficiales*. Recuperado el 10 de Enero de 2022, de <https://www.automovilismolapalma.com/files/Oficiales-Manuales/manual-rutas-senalador.pdf>
- Autosdeprimera. (2020). *Deportes a Motor*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2021, de Campeonato de automovilismo TC 2000 Colombia estrena nueva categoría de fomento: Academia Clase C: <https://autosdeprimera.com/deportes-a-motor/tc-2000-academia-clase-c-fomento/>
- Bolivia, 2. (2 de Abril de 2020). *youtube*. Recuperado el 3 de Enero de 2022, de Cinturones de seguridad de 4 puntos: <https://www.youtube.com/watch?v=4g87voMYFq0>
- CABRERA REYES, M. V., & MÁRQUEZ FLORES, J. P. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CHASIS TUBULAR PARA UN VEHÍCULO DE COMPETICIÓN TIPO SUPERCROSSCAR*. TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA, CUENCA. Recuperado el 17 de Noviembre de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7182/1/UPS-CT004038.pdf>
- CBMETAL. (7 de Octubre de 2021). *CBMETAL*. Recuperado el 17 de Enero de 2022, de Diferencias entre el acero al carbono y otros aceros:
<https://www.cbmetal.com.pe/blog/diferencias-acero-carbono-vs-otros/>
- CurioSfera. (2021). *CurioSfera*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2021, de Historia del automovilismo: <https://curiosfera-historia.com/historia-del-automovilismo/>
- Discovery. (14 de Mayo de 2020). *Discovery*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2021, de Carreras de autos, una pasión que acelera:
<https://www.tudiscovery.com/articulo/carreras-de-autos-una-pasion-que-acelera>
- DRIVER, C. A. (2022). *CAR AND DRIVER*. Recuperado el 27 de Enero de 2022, de Así se diseñan unos asientos de coche deportivos: 5 claves para que sean eficaces:
<https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/a37300228/asientos-coche-deportivos-tipo-bacquet/>
- ELLIOT, J. (22 de Julio de 2019). *LA VANGUARDIA*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2021, de Así empezaron las carreras de coches:

<https://www.lavanguardia.com/historiayvida/historia-contemporanea/20190717/47312170265/asi-empezaron-las-carreras-de-coches.html>

- FEDAK. (2019). *FEDAK*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2021, de Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo: <http://fedak.com.ec/index.php/nosotros>
- Fernández, S. N. (2020). AUTOMOVILISMO DEPORTIVO. *Periodismo deportivo III*, pág. 4. Recuperado el 17 de Noviembre de 2021, de <https://perio.unlp.edu.ar/catedras/periodeportivo3/wp-content/uploads/sites/19/2020/04/3-APUNTE-AUTOMOVILISMO.pdf>
- FRONIUS. (18 de Enero de 2022). *FRONIUS*. Obtenido de ¿QUÉ ES LASOLDADURA MIG/MAG?: <https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/el-mundo-de-la-soldadura/soldadura-mig-mag>
- García Martín, M. (2009). *DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN ARCO DE SEGURIDAD DESTINADO A LA COMPETICIÓN*. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, Leganés. Recuperado el 21 de Diciembre de 2021, de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/tutorial95.pdf>
- GT2i. (2022). *GT2i*. Recuperado el 10 de Enero de 2022, de HOJA DE ADHESIVOS SPARCO EXTINTOR/CORTACIRCUITO/LOGO SPARCO: <https://www.gt2i.es/pegatinas-competicion/95034-hoja-de-adhesivos-sparco-extintorcortacircuitologo-sparco.html>
- Helloauto. (2022). *Helloauto*. Recuperado el 27 de Enero de 2022, de Baquet: <https://helloauto.com/glosario/baquet>
- Hernández, L. (13 de Julio de 2019). *AUTOS CLÁSICOS*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2021, de La historia de la primera carrera de autos del mundo: <https://noticias.autocosmos.com.pe/2019/07/13/la-historia-de-la-primera-carrera-de-autos-del-mundo>
- Jácome Guevara, F. A. (2020). *DISEÑO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DEL BASTIDOR DE UN VEHÍCULO DE COMPETICIÓN GO KART APLICANDO TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN*. Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado el 2 de Febrero de 2022
- Liquide, A. (2021). *Air Liquide*. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de Soldadura MAG - Fabricación metálica y transporte: Automoción, astillería naval, aeronáutica, ferrocarrilera: <https://es.airliquide.com/soluciones/soldadura-industrial/soldadura-mag>
- López Montalvo, A. M. (2018). *DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE ROLL BAR PARA UN VEHÍCULO DE COMPETICIÓN MODALIDAD RALLY, SEGÚN NORMATIVA FIA ARTÍCULO 253-2014, MEDIANTE ANÁLISIS COMPUTACIONAL POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS*. PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA, Ambato. Recuperado el 29 de Noviembre de 2021, de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28775/1/Tesis%20I.%20M.%20489%20-%20L%C3%B3pez%20Montalvo%20Andr%C3%A9s%20Marcelo.pdf>

MatWeb. (2022). *MatWeb*. Recuperado el 24 de Enero de 2022, de MatWeb, Your Source for Materials Information:
<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=abc4415b0f8b490387e3c922237098da>

Merino Polo, S. (2021). *MODIFICACIÓN DE UN VEHÍCULO DE TURISMO PARA COMPETIR EN EL GRUPO R5 DE RALLY*. 13, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, MADRID.
Recuperado el 17 de Noviembre de 2021, de
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/tutorial94.pdf>

Pérez, D. J. (SEPTIEMBRE de 2010). *MODELADO DE DIFERENTES TIPOS DE CINTURONES DE SEGURIDAD*. Obtenido de UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR : https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10251/PFC_Jaime_Martin_Perez.pdf?sequence=1

Pinturasmirobrig. (2020). *Blog de Pinturas y Decoración*. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de Tipos de Pintura de Coche, te explicamos los diferentes acabados:
https://www.pinturasmirobriga.com/blog/tipos-de-pintura-de-coche/#Pintura_solida

PROMETAL. (18 de Abril de 2018). *PROMETAL*. Recuperado el 17 de Enero de 2022, de Diferencias entre acero inoxidable y acero al carbono:
<http://prometal.com.ar/diferencias-acero-inoxidable-acero-al-carbono/>

racing, M. (6 de Julio de 2012). *Carrocería*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2021, de barras antivuelco baratas: <https://www.mercadoracing.org/9/511870/barras-antivuelco-baratas.html>

Rallystore. (2021). *rallystore.net*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2021, de
https://rallystore.net/es/blog/5_Noticia-2

Reliance. (2022). *Reliance*. Recuperado el 24 de Enero de 2022, de Acero Inoxidable 304 Versus Acero Inoxidable 316: <https://www.reliance-foundry.com/blog/acero-inoxidable-304-vs-316-es>

RIBADENEIRA TOVAR, E. A., & TOVAR JURADO, M. A. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE UN VEHÍCULO VOLKSWAGEN GOL 2000CC PARA RALLY SEGÚN EL REGLAMENTO 2014 DE LA FEDAK DELEGADA DE LA FIA EN EL ECUADOR*. PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y, Latacunga. Recuperado el 29 de Noviembre de 2021, de
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10003/T-ESPEL-MAI-0522.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sapiens, F. (2019). *Futbol Sapiens*. Recuperado el 3 de Enero de 2022, de Avances en materia de seguridad para los pilotos de autos de carreras:

<https://www.futbolsapiens.com/autosapiens/avances-en-materia-de-seguridad-para-los-pilotos-de-autos-de-carreras/>

sport, R. (19 de Marzo de 2020). *Rodiauto sport*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2021, de Jaula antivuelco, normativa de seguridad:

<https://www.rodiautosport.es/blog/estructuras-de-seguridad-jaulas-antivuelco/>

sport, R. (2021). *Rodiauto sport*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2021, de Extintor de rally: <https://www.rodiautosport.es/92339-extintores-rallye>

Technologies, W. S. (2022). *WALTER Surface Technologies*. Recuperado el 30 de Enero de 2022, de Soldadura TIG: https://www.walter.com/es_MX/surfox/soldadura-tig?setLocale=true

WESCO. (2022). *WESCO*. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de BATE PIEDRA:

<https://static1.squarespace.com/static/605230986f1c9c1648f1bc0a/t/6088d880ed17505c5f54fa1/1619581056578/Ficha+T%C3%A9cnica+WESCO+Batepedra.pdf>

ANEXOS