



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN KARTCROOS CON LA
NORMATIVA FIA, PARA PARTICIPAR EN EVENTOS
AUTOMOVILÍSTICOS EN LA CATEGORÍA TREPADA DE
MONTAÑA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR:

CARLOS GEOVANNY ALBÁN MANOSALVAS

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN KARTCROOS CON LA
NORMATIVA FIA, PARA PARTICIPAR EN EVENTOS
AUTOMOVILÍSTICOS EN LA CATEGORÍA TREPADA DE
MONTAÑA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: CARLOS GEOVANNY ALBÁN MANOSALVAS

DIRECTOR: Ing. JAVIER MILTON SOLÍS SANTAMARÍA

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Carlos Geovanny Albán Manosalvas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Carlos Geovanny Albán Manosalvas, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 05 de diciembre de 2023

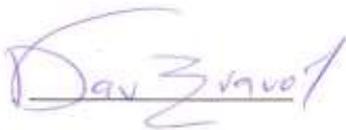


Carlos Geovanny Albán Manosalvas

160068587-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN KARTCROOS CON NORMAS FIA, PARA PARTICIPAR EN EVENTOS AUTOMOVILÍSTICOS EN LA CATEGORÍA TREPADA DE MONTAÑA**, realizado por el señor: **CARLOS GEOVANNY ALBÁN MANOSALVAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-12-05
Ing. Javier Milton Solís Santamaría DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-05
Ing. Victor David Bravo Morocho ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-05

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y mi sostén en los momentos más difíciles, a mi mami Ing. Tatiana Manosalvas, por haberme apoyado en todo, por impulsarme a seguir adelante cuando me derrumbaba, por ayudarme a confiar en mí, por darme las palabras de aliento para no rendirme, y ser el sustento de la familia, a mi padre Geovany Albán por enseñarme los valores del trabajo y por apoyarme, a mis hermanos Gabriela y Steven por los momentos bonitos que emos pasado y el apoyo brindado de su parte, a mi abuelita Nelly por la ayuda brindada siempre, a mis tíos Daniel y Carlos por los consejos brindados y el apoyo, y finalmente quiero agradecer a Sandina por el amor, la paciencia y el apoyo brindado, en este viaje académico sé que juntos vamos a seguir consiguiendo nuestras metas y estoy agradecido por tenerte en mi vida.

Carlos

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a Dios por ser un pilar fundamental en mi vida, a mis padres y familia por ayudarme a cumplir mis sueños, metas y apoyarme siempre en este proceso de formación académica, a aquellas personas que en su debido momento contribuyeron con el conocimiento para poder seguir formándome como profesional. Un agradecimiento especial a la ESPOCH, a la facultad de Mecánica, a la Carrera de Ingeniería Automotriz, a mi tutor del Trabajo de Titulación, Ing. Javier Milton Solís Santamaria y a mi asesor Ing. Victor David Bravo por tenerme paciencia y ayudarme en este proceso, a cada uno de mis maestros, quienes contribuyeron en mi formación profesional, al Ing. Edwin Pozo por ayudarme en los análisis de elementos finitos, al taller Vini motos y a su propietario por ayudarme en la construcción del kartcross, a mis amigos dentro y fuera de la Universidad, a los miembros del Tribunal, también deseo agradecer al Ing. José Pérez por ser una persona de bien que me ayudo en este proceso de formación profesional.

Carlos

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Referencias teóricas.....	5
2.1.1. <i>El autocross</i>	5
2.1.2. <i>Definición de kartcross</i>	6
2.1.3. <i>Descripción de un Kartcross</i>	7
2.1.4. <i>El Chasis del kartcross</i>	11
2.1.4.1. <i>Chasis tubular</i>	11
2.1.4.2. <i>Chasis monocasco</i>	11
2.1.4.3. <i>Tipos de chasis tubulares usados en Autocross</i>	12
2.1.5. <i>Tamaño adecuado del kartcross, según Normativa FIA</i>	15
2.1.6. <i>Partes mecánicas</i>	15
2.1.6.1. <i>Chasis</i>	15
2.1.6.2. <i>Material del marco del chasis</i>	16
2.1.7. <i>Materiales</i>	17
2.1.7.1. <i>Seguridad en los kartcross</i>	19
2.1.8. <i>Normativa FIA</i>	21

2.1.8.1.	<i>Normativa FIA modalidad trepada de montaña</i>	22
2.1.8.2.	<i>Exigencias</i>	23
2.1.9.	<i>Motor</i>	24
2.2.	Componentes y materiales	26
2.2.1.	<i>Componentes mecánicos</i>	26
2.2.2.	<i>Pieza original o de serie</i>	26
2.2.3.	<i>Compuesto</i>	26
2.3.	Medidas	26
2.3.1.	<i>Sistema de medición</i>	26
2.4.	Seguridad	27
2.4.1.	<i>Asiento del piloto</i>	27
2.4.2.	<i>Soportes de asiento</i>	27
2.4.3.	<i>Cinturón de seguridad</i>	27
2.4.4.	<i>Guardabarros</i>	28
2.4.5.	<i>Dispositivo de remolque</i>	28
2.4.6.	<i>Equipo piloto</i>	28

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	29
3.1.	Diagrama de etapas del proyecto	29
3.2.	Métodos y técnicas de investigación	29
3.2.1.	<i>Tipo de estudio</i>	30
3.2.1.1.	<i>Documental</i>	30
3.2.1.2.	<i>Descriptiva</i>	31
3.3.	Desarrollo del proyecto	31
3.3.1.	<i>Cronograma</i>	31
3.4.	Desarrollo del proyecto	32
3.4.1.	<i>Bosquejo</i>	32
3.4.2.	<i>Software de diseño</i>	32
3.4.2.1.	<i>SolidWorks</i>	32
3.4.3.	<i>Análisis de elementos finitos (FEA)</i>	33
3.4.3.1.	<i>ANSYS</i>	33
3.4.3.2.	<i>Calidad de mallado</i>	34
3.4.3.3.	<i>Asignación de pesos</i>	36
3.4.3.4.	<i>Asignación de Fuerzas</i>	37
3.4.3.5.	<i>Parte fija y fuerza aplicada en la deformación vertical.</i>	37

3.4.3.6.	<i>Parte fija y fuerza aplicada en la deformación longitudinal.</i>	38
3.4.3.7.	<i>Parte fija y fuerza aplicada en la deformación lateral.</i>	39

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	40
4.1.	Introducción	40
4.1.1.	<i>Simulación de Chasis</i>	40
4.1.1.1.	<i>Deformación vertical</i>	41
4.1.1.2.	<i>Deformación longitudinal</i>	42
4.1.1.3.	<i>Deformación lateral</i>	44
4.1.2.	<i>Montaje de los componentes del kartCross</i>	45
4.1.2.1.	<i>Chasis.</i>	45
4.1.2.2.	<i>Motor.</i>	46
4.1.2.3.	<i>Sistema de suspensión</i>	46
4.1.2.4.	<i>Sistema de transmisión</i>	47
4.1.2.5.	<i>Sistema de frenos</i>	48

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1.	Conclusiones	49
5.2.	Recomendaciones	51

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Características chasis modelo.....	12
Tabla 2-2:	Características chasis modelo YACAR CROSS.	13
Tabla 2-3:	Características chasis modelo DEMON CAR.....	13
Tabla 2-4:	Características chasis modelo CASMAT.	14
Tabla 2-5:	Datos chasis modelo KINCAR.....	15
Tabla 2-6:	Motores admitidos CEAX 2023.	24
Tabla 3-1:	Cronograma.	31
Tabla 3-2:	Mallado hexaédrico de la estructura.....	35
Tabla 3-3:	Rango y calidad de malla.	36
Tabla 3-4:	Asignación de pesos en kg y conversión a N.	36
Tabla 3-5:	Fuerzas aplicadas para su respectiva simulación.....	37
Tabla 4-1:	Datos utilizados en la simulación.	40
Tabla 4-2:	Datos aplicados a la prueba de deformación vertical.	41
Tabla 4-3:	Datos aplicados a la prueba de deformación longitudinal.....	42
Tabla 4-4:	Datos aplicados a la prueba de deformación lateral.	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	kartcross actuales.....	8
Ilustración 2-2:	Chasis kartcross.....	8
Ilustración 2-3:	Suspensión kartcross.	9
Ilustración 2-4:	Sistema de piñón cremallera.	9
Ilustración 2-5:	Motor de kartcross.....	10
Ilustración 2-6:	Caja de cambios. Grupo trasero kartcross.....	10
Ilustración 2-7:	Freno trasero kartcross con doble pinza.....	11
Ilustración 2-8:	Chasis kartcross.....	12
Ilustración 2-9:	Chasis kartcross.....	13
Ilustración 2-10:	Chasis kartcross.....	14
Ilustración 2-11:	Chasis kartcross.....	14
Ilustración 2-12:	Chasis kartcross.....	15
Ilustración 2-13:	Casco Sparco.....	19
Ilustración 2-14:	Arnés de seguridad con 6 puntos de anclaje.....	20
Ilustración 2-15:	HANS.....	20
Ilustración 2-16:	Funcionamiento del sistema HANS.....	21
Ilustración 2-17:	Ropa ignífuga.....	21
Ilustración 3-1:	Diagrama de etapas del proyecto.....	29
Ilustración 3-2:	Diagrama de etapas del proyecto	32
Ilustración 3-3:	Chasis terminado en solidworks.....	33
Ilustración 3-4:	Detalles de malla.....	33
Ilustración 3-5:	Mallado en Ansys.....	34
Ilustración 3-6:	Calidad de elementos de malla Aspect Ratio.....	34
Ilustración 3-7:	Esfuerzo Equivalente Von Mises.....	35
Ilustración 3-8:	Mesh Metric Element Quality.....	36
Ilustración 3-9:	Fixed Support vertical.....	38
Ilustración 3-10:	Fuerza vertical aplicada.....	38
Ilustración 3-11:	Fixed Support longitudinal.....	38
Ilustración 3-12:	Fuerza aplicada longitudinal.....	39
Ilustración 3-13:	Fixed support lateral.....	39
Ilustración 3-14:	Fuerza aplicada lateral.....	39
Ilustración 4-1:	Deformación en el eje Y.....	41
Ilustración 4-2:	Esfuerzo de Von Mises.....	42
Ilustración 4-3:	Factor de seguridad.....	42

Ilustración 4-4:	Deformación eje X.	43
Ilustración 4-5:	Esfuerzo de Von Mises longitudinal.	43
Ilustración 4-6:	Factor de seguridad.	44
Ilustración 4-7:	Deformación lateral.	44
Ilustración 4-8:	Esfuerzo de Von Mises lateral.	45
Ilustración 4-9:	Factor de seguridad lateral.	45
Ilustración 4-10:	Chasis construido.	46
Ilustración 4-11:	Motor Suzuki GSX-750.	46
Ilustración 4-12:	Suspensión delantera y trasera	47
Ilustración 4-13:	Transmisión.	47
Ilustración 4-14:	Frenos.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: REGLAMENTO TÉCNICO PARA KARTCROSS, APÉNDICE J, 2023.

ANEXO B: PLANOS

ANEXO C: CONSTRUCCIÓN

ANEXO D: TABLA DE TRANSMISIONES

RESUMEN

La empresa INTECMOTORS SA. busca oportunidades de participar en eventos automovilísticos en la categoría trepada de montaña, sin embargo, no cuenta con un vehículo kartcross con características deportivas para dichos eventos. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar y construir un kartcross con la normativa FIA, para participar en eventos automovilísticos en la categoría trepada de montaña. La metodología utilizada fue, cuali-cuantitativa, descriptiva y documental; utilizando diferentes tipos de fuentes bibliográficas, artículos científicos, libros, informes y páginas web, se logró obtener información relevante para crear el diseño y construcción del kartcross, mediante la esquematización del chasis con la asistencia de un software (CAD), y aplicando elementos finitos (FEA), se validó el diseño y la construcción del kartcross, así mismo, se estableció las dimensiones para el prototipo, los materiales, tipos de perfiles, proceso de soldadura, potencia del motor, tipo de suspensión y sistema dirección acorde a los parámetros establecidos por la FIA garantizando la integridad del piloto ante cualquier eventualidad dentro de una competencia automovilística, Se pudo obtener un kartcross con chasis tubular de 2,5 pulgadas por 2mm de espesor, con un motor GSX750 de 750 cc de 4 tiempos con una transmisión secuencial de 6 velocidades, con suspensión independiente a las cuatro ruedas y sistema de frenos de discos delanteros y posterior perfectamente funcional y acorde a la normativa FIA.

Palabras clave: <KARTCROSS> <CHASIS TUBULAR> <VEHÍCULO MONOPLAZA>
<ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS> <PROTOTIPO>.

0132-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

INTECMOTORS SA. is looking for opportunities to participate in motorsport events in the mountain climbing category, however, it does not have a kartcross vehicle with sporting characteristics for such events. Therefore, the objective of this project was to design and build a kartcross with FIA regulations, to participate in motorsport events in the mountain climbing category. The methodology used was qualitative-quantitative, descriptive and documentary; using different types of bibliographic sources, scientific articles, books, reports and web pages. It was possible to obtain relevant information to create the design and construction of the kartcross, through the schematization of the chassis with the assistance of a software (CAD), and applying finite elements (FEA), the design and construction of the kartcross was validated. Likewise, the dimensions for the prototype, materials, types of profiles, welding process, engine power, type of suspension and steering system according to the FIA regulations were established. guaranteeing the integrity of the driver in the event of any eventuality during an automobile competition. It was possible to obtain a kartcross with a tubular chassis of 2,5 inches by 2mm thick, with a GSX750 750 cc 4-stroke engine with a 6-speed sequential transmission, with independent suspension on all four wheels and a front and rear disc brake system perfectly functional and in accordance with the FIA's regulations.

Keywords: <KARTCROSS>, <TUBULAR CHASSIS>, <SINGLE SEAT VEHICLE>, <FINITE ELEMENT ANALYSIS>, <PROTOTYPE>.



Lic. Sandra Paulina Porras Pumalema Mgs.

C.I. 0603357062

INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto técnico es diseñar y construir un kartcross con la normativa FIA, para participar en eventos automovilísticos en la categoría trepada de montaña, que garantice la seguridad de los pilotos y de los espectadores, para reducir al mínimo el riesgo de las personas en caso de colisión o fallas técnicas al momento de una participación en eventos automovilísticos en la categoría trepada de montaña, Algunas de las normas requeridas son: sistemas de frenos aplicables a las cuatro ruedas; debe preverse una cobertura íntegra para el piloto que lo proteja desde la parte frontal hasta la parte posterior; arcos de seguridad en caso de volcadura; mínimas aperturas en los componentes de suspensión y ningún elemento puntiagudo o corto punzante que sobresalga del vehículo.

De manera puntual el proyecto se divide en cinco capítulos y en tres etapas fundamentales:

El capítulo uno plantea la problemática, justificación y objetivos que se plantea en torno al diseño y construcción del vehículo kartcross.

El capítulo dos contempla las Referencias Teóricas, es decir el estado del arte del proyecto técnico, un respaldo de este en libros, investigaciones afines en artículos científicos originales o de revisión que apoyen y orienten el desarrollo del proyecto planteado.

El capítulo tres describe los procesos, materiales, normas y enfoque, alcance, diseño, tipo, métodos, técnicas e instrumentos de investigación empleadas que sean la base fundamental para el desarrollo del proyecto técnico kartcross.

El capítulo cuarto lo integran tres etapas fundamentales:

- Etapa 1: La etapa del diseño e investigación. - En esta etapa se analiza todos los implementos a utilizarse en la fabricación del vehículo, se hace un estudio minucioso del funcionamiento de cada una de ellos y la forma de optimizarlos al máximo para obtener mayor eficiencia en las piezas y partes utilizadas;
- Etapa 2: Corresponde a la ejecución de lo planificado en la etapa de diseño. Corresponde a la construcción del vehículo. En esta fase se construye todas las piezas anteriormente diseñadas, se las ensambla en conjunto, creando un solo sistema y de esta manera poder verificar el funcionamiento íntegro del automóvil construido; y

- Etapa 3: Que corresponde al análisis comparativo de las dos etapas anteriores, en esta se analiza la efectividad de los cálculos realizados para la construcción del vehículo con el vehículo construido. Se justifica y evalúa los resultados de la construcción en relación con el diseño del automóvil.

El objeto del proyecto es la obtención de nuevo modelo de vehículo kartcross innovado que cumpla los requerimientos de las nuevas tecnologías, y la optimización de recursos, las restricciones del proyecto son muchas y ha sido necesario tenerlas presente para poder crear un vehículo que cumpla con las características requeridas, aspecto que es parte de las conclusiones que dan paso a las recomendaciones respectivas a final del proyecto.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial el campo automotriz se viene desarrollado considerablemente en los últimos años, esto hace que cada día se diseñen nuevos autos y a costos económicos o módicos que hace algunas décadas era muy difícil tenerlos, día tras día se siguen descubriendo e implementando en los vehículos una serie de servicios que hoy se encuentran en el mercado.

En el país, la industria automotriz no ha sido desarrollada en su máxima expresión, existen pocas empresas relacionadas con la producción de vehículos, las empresas se ocupan del ensamblaje de partes y piezas previamente diseñadas y construidas en alto porcentaje en el exterior; los diseños son enviados desde los centros de investigación de las marcas de los vehículos, que se ensamblan y comercializan en los mercados locales. Deduciéndose que en el Ecuador no se realiza ningún trabajo de desarrollo o investigación, en el diseño y construcción de vehículos.

Las carreras modalidad trepada de montaña es una competencia que ha tomado prestigio a nivel nacional, es una disciplina de automovilismo y motociclismo que se disputa en recorridos cortos de montaña con pendientes elevadas y curvas cerradas. Este deporte es muy acogido por los amantes de esta disciplina deportiva en la ciudad de Ambato, también conocida como la ciudad tuerca, por la existencia de muchos aficionados que se dedican a este tipo de eventos automovilísticos en vehículos artesanales, sin ningún tipo de criterio técnico.

La empresa INTECMOTORS, involucrada en el campo automotriz busca la oportunidad de participar en eventos automovilísticos de esta categoría, sin embargo, no cuenta con un vehículo de características deportivas para dichos programas.

1.2. Justificación

El automovilismo es uno de los espectáculos más populares del mundo: el rally, la fórmula 1, el autocross, cuentan con muchos seguidores en relación con otros deportes, moviendo sumas de dinero considerables e involucrando a empresas, deportistas ingenieros, patrocinadores y casas comerciales.

El proyecto se justifica desde un punto de vista práctico ya que este implica el diseño y construcción de un kartcross con la normativa FIA, un vehículo propio en la participación en eventos automovilísticos en la categoría trepada de montaña. Este tipo de vehículo por fabricar debe tener alto rendimiento en términos de aceleración, frenado y dirección; fácil de mantener y confiable al momento de trepar montañas y algo muy importante, debe ser de bajo costo. el diseño será probado en la modalidad trepada de montaña, comparado y juzgado con otros diseños con el fin de determinar su optimalidad.

Desde un punto de vista técnico considera la seguridad de los ocupantes, esta es sin duda uno de los factores más importantes a ser tomado en cuenta al momento del diseño y construcción del KARTCROSS, indudablemente este es el objetivo de todo automotor, para ello prima el principio de calidad en partes mecánicas y materiales para salvaguardar el cuerpo humano y/o la vida humana como principio fundamental, razón suficiente para desarrollar sistemas automotores seguros para los usuarios.

La empresa INTECMOTORS como una de sus estrategias de marketing para darse a conocer a nivel local y nacional es la participación en eventos automovilísticos en especial la modalidad trepada de montaña, para lo cual desea incorporar a su inventario un vehículo kartcross para dichos eventos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y construir un kartcross con la normativa FIA, para participar en eventos automovilísticos en la categoría trepada de montaña.

1.3.2. Objetivos específicos

- Esquematizar el chasis con la asistencia de un software (CAD).
- Desarrollar las pruebas y ensayos que validen el diseño y construcción del chasis prototipo, mediante un análisis de elementos finitos (FEA).
- Construir el chasis para el vehículo kartcross.
- Testear condiciones de funcionamiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias teóricas

2.1.1. *El autocross*

Para varios autores es la especialidad de carreras sobre terreno descampado, en general pistas de tierra aplanada, que ha comenzado a difundirse en Europa durante el presente decenio, de igual modo que anteriormente lo hiciera en Norteamérica. A finales de 1972 la situación era todavía confusa. Según algunos organizadores, el autocross se distingue del rallycross por la mayor longitud de su circuito (3-10 km) y por las distintas dificultades, de orden natural y no artificial, que deben de superar los participantes. (Diseño del chasis de un vehículo Car, 2014)

La categoría autocross se la realiza en pistas de lastre que tienen varios kilómetros de recorrido, antes de iniciar la competencia los vehículos tienen que pasar por varias comprobaciones con el propósito de verificar que cumplan con el reglamento técnico de la RFEDA. En este campeonato todos los vehículos autorizados a tomar la salida deberán participar en al menos una de las dos sesiones programadas de entrenamientos oficiales cronometrados. En cada serie de entrenamientos se admiten un máximo de diez vehículos en pista y la serie de entrenamientos concluye en el momento que cualquier vehículo haya completado las cinco vueltas programadas. La forma de salida de estas tandas de entrenamientos oficiales cronometrados se da de forma individual para cada piloto.

En algunos países se celebran competiciones de rallycross, como Gran Bretaña o Estados Unidos, mientras que en otros tienen más cabida el autocross, caso de España.

En el autocross, cada carrera forma parte de un campeonato y se dan cita todas las divisiones que corren en tandas separadas. Cada prueba consta de entrenamientos, mangas, final B (si procede) y final. Todos los concursantes deberán tomar la salida en entrenamientos y mangas para poder optar a la final. Se realizarán finales para cada una de las categorías.

El principal certamen internacional de autocross es el Campeonato de Europa de Autocross de la FIA.

Generalmente la carrera se constituye en cuatro divisiones, las cuales son:

- **Div 1;** Turismos y prototipos de cuatro ruedas motrices de 4000cc de cilindrada máxima, se admiten motores turbo teniendo en cuenta que cada centímetro cúbico de un motor turboalimentado equivale a 1,7cc de un motor de alimentación atmosférica.

Entre ellos se puede encontrar turismos de grupo A y de los antiguos grupo B como el Ford RS200, el Peugeot 205 T16 o el Lancia Delta S4; además de prototipos de chasis tubular con carrocería de fibra, unos con grandes motores en posición central trasera (tipo fórmula) y otros con dos motores de motocicleta de gran cilindrada.

- **Div 2** (o div II); Turismos exclusivamente de grupo N con modificaciones permitidas según los reglamentos y de una cilindrada inferior a 2000cc. Entre ellos se encuentran vehículos derivados de copas monomarca y turismos preparados por particulares y especialistas.
- **Div 2A** (o div IIA); Turismos de grupo N exclusivamente de cilindrada inferior a 1600cc.

Se admiten pequeñas preparaciones en las suspensiones y en algún otro apartado según el reglamento.

- **Div 3** fórmulas monoplaza de chasis tubular de pequeño tamaño con jaula protectora antivuelco dotados de un motor de motocicleta de gran cilindrada en la parte posterior. Son vehículos de tracción total que se han creado al efecto con una relación peso/potencia que les dota de gran aceleración en seco y una alta velocidad en el paso por curva. En la mayoría de los casos son dos motores de moto unidos a un mismo eje y tracción a las cuatro ruedas, en otros casos son motores de gran potencia.
- **Div 4** (o div IV); Fórmulas monoplaza de chasis tubular de pequeño tamaño con jaula protectora antivuelco dotados de un motor de motocicleta de gran cilindrada en la parte posterior. Son vehículos de tracción trasera que se han creado al efecto con una extraordinaria relación peso/potencia que les dota de gran aceleración en seco y una espectacular velocidad en el paso por curva. Se denominan kartcross y gozan en la actualidad de gran popularidad por lo espectacular de su conducción y el gran número que toman la salida en cada prueba.

2.1.2. Definición de kartcross

Los kartcross son vehículos monoplazas, de tamaño reducido, de estructura abierta, con chasis tubular. Por lo general, están equipados con motores de motocicleta de alto rendimiento (600 cc), tanto de dos como de cuatro tiempos. Estos motores proporcionan una potencia considerable, lo que permite a los conductores alcanzar altas velocidades y realizar maniobras ágiles en terrenos irregulares.

Una de las principales características del kartcross es su ligereza y agilidad. Los vehículos están diseñados para ser ágiles en curvas y cambios de dirección rápidos, gracias a su bajo peso y a su relación peso-potencia. Esto los convierte en máquinas rápidas y emocionantes de conducir.

Las partes principales de un kartcross son el chasis, incluyendo la carrocería, neumáticos, sistemas de escape, suspensión, sistemas de freno y el motor.

La posición de conducción es en el asiento, con los pies hacia delante, es importante recordar que la posición de conducción puede variar según las preferencias individuales y las regulaciones de competición. Algunos conductores pueden preferir ajustes específicos en la posición del asiento, los pedales y el volante para maximizar su comodidad y control durante la conducción en un kartcross.

2.1.3. Descripción de un Kartcross.

Según Salazar, V. A. (2018) el kartcross como principal aliciente tiene su espectacularidad, a sus prestaciones mecánicas y sencillez a la hora de practicarlo hacen que en la actualidad sea una modalidad en auge.

Según los expertos esta modalidad se originó en los Estados Unidos y se importó a Europa a través de Francia hacia la década de los ochenta. Aquí fue donde realmente evolucionaron los kartcross que inicialmente tenían motores automáticos, pasando por los motores de los Citroen 2CV, Citroen Visa y ya los actuales motores de moto de 600cc, con inyección electrónica, ausencia de diferencial y uniendo esto a sus escasos 310 kilogramos hacen de esta una modalidad muy espectacular. A finales de los años 80, principios de los años 90, el autocross llegó a España procedente de Francia. (Salazar , 2018)

Los kartcross tal como los denomina la R.F.E. de A, son unos pequeños monoplazas inicialmente fabricados para carreras en tierra pero que gracias a su gran versatilidad actualmente se utiliza en muchos tipos de pruebas automovilísticas. Son vehículos ágiles, rápidos y hacen experimentar grandes aceleraciones gracias a su bajo peso y su gran potencia, que suele rondar los 100cv.



Ilustración 2-1: kartcross actuales.

Fuente: (Silver Car ST2, 2020).

A breves rasgos se puede decir que un kartcross tienen las siguientes características:

- **Chasis:** Generalmente construido con secciones tubulares de acero al carbono, lo cual dota al vehículo de una gran rigidez además de que es muy ligero. El chasis es el elemento estructural del kartcross y sobre el mismo se montan el resto de componentes como pueden ser la carrocería, las suspensiones, el sistema de dirección, la transmisión y el baquet entre otros. Como ya se ha comentado la mayoría de los fabricantes utilizan tubos de acero al carbono para su fabricación, pero también existen chasis de acero aleado como por ejemplo el de la figura 2-2, el cual es de cromo molibdeno.



Ilustración 2-2: Chasis kartcross.

Fuente: Speed Car.

- **Suspensión:** La suspensión generalmente también se construye con tubo de acero, pero de menor diámetro que el empleado en el chasis. Esta se une por una parte al chasis bien sea mediante casquillos o mediante rótulas, y por otra parte se une a la mangueta en la mayoría de los casos con rótulas. Según el fabricante, existen diversos sistemas de suspensión siendo el más usado el de doble brazo superpuesto, aunque también es frecuente ver suspensiones

monobrazo. Las suspensiones, tanto la del eje delantero como la del trasero son independientes.



Ilustración 2-3: Suspensión kartcross

Fuente: (Off-road, 2020).

- Dirección: La mayoría de los fabricantes, por no decir todos utilizan como sistema de dirección un sistema de piñón cremallera sin dirección asistida, para así obtener una dirección rápida, con aproximadamente una vuelta de volante de tope a tope.

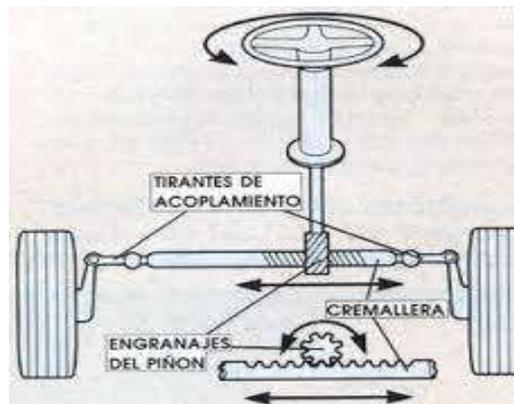


Ilustración 2-4: Sistema de piñón cremallera

Fuente: (Blog, 2022).

- Motor: Generalmente se fabrican con motores de moto tetracilíndricos de 600cc y con potencias que rondan los 66 Nm a 11000 r.p.m. Como ya se ha dicho se fabrican con motores provenientes de motos, aun no se fabrican motores específicos para este tipo de vehículos. Además, hay que tener en cuenta que también disponen de los sistemas necesarios para el funcionamiento del motor, como por ejemplo sistema de refrigeración líquida, el depósito de combustible, el sistema de inyección, el sistema de arranque, la batería etc.



Ilustración 2-5: Motor de kartcross.

Fuente: (Alamy, 2023).

- **Transmisión:** La transmisión primaria que suelen utilizar es la de serie que viene con el motor de la moto, es decir de cambio manual con seis velocidades y embrague de discos bañados en aceite. Mientras que la secundaria, es decir la que se da entre la caja de cambios del motor y el eje trasero, se suele resolver con un sistema de cadena. El eje trasero está bloqueado al 100% (no tienen diferencial) y suelen montarse con relaciones de transmisión muy cortas para así conseguir grandes aceleraciones.



Ilustración 2-6: Caja de cambios. Grupo trasero kartcross.

Fuente: (Amazon, 2023).

- **Frenos:** Está extendido el uso de frenos de disco, en la parte delantera hay un freno por cada rueda, los discos suelen ser de 180mm de diámetro mientras que las pinzas suelen ser de moto. En la parte trasera al carecer de diferencial, únicamente se suele montar un freno en la parte central del eje, para así reducir los pesos no suspendidos. Este freno suele ser de 240mm de diámetro y puede tener una o dos pinzas de freno.



Ilustración 2-7: Freno trasero kartcross con doble pinza.

Fuente: (Cross, 2022).

2.1.4. El Chasis del kartcross

El chasis es un elemento ordenado sobre el cual se montan todos los componentes de un vehículo, está encargado de múltiples parámetros entre ellos proporcionar seguridad al ocupante o los ocupantes y además de alojar a los diversos elementos y sistemas adicionales que forman el conjunto llamado vehículo. Un factor de diseño fundamental es precautelar la integridad de los ocupantes en la poca probable circunstancia de colisión, la estructura tiene que deformarse progresivamente con el fin de disipar la mayor cantidad de energía. Este componente fundamental permite el soporte a diversos elementos del vehículo en estado dinámico como aceleración, frenado o transferencias de masas, por lo cual debe tener una resistencia a la deformación.

2.1.4.1. Chasis tubular

Es el más usado por diversas fórmulas de distintas competencias con materiales como aluminio, acero, aleaciones de titanio, magnesio, cuya estructura está compuesta por distintos miembros de perfilaría redonda, que al colocarlos en una adecuada triangulación brindan una mayor resistencia con una estructura liviana. La desventaja de este tipo radica en la dificultad durante su fabricación.

2.1.4.2. Chasis monocasco

Dentro de las ventajas de este tipo, en primer lugar, es la característica de reducir restricciones de diseño como también de construcción el cual consta de dos secciones una que es el monocasco para el conductor compuesto principalmente por fibras que brinda una alta resistencia como la de carbón, honeycomb y kevlar. Como complemento una estructura tubular para otros implementos del vehículo como el motor, tren motriz y suspensión.

2.1.4.3. Tipos de chasis tubulares usados en Autocross.

Investigaciones sobre las empresas fabricantes de chasis monoplazas para Autocross con el objetivo de recopilar datos que ayuden a realizar un buen diseño, en caso de que estos tengan algún error se lo podría corregir y mejorar nuestro diseño.

Industrias Lahoz fabricantes pioneros dedicados a la elaboración de prototipos Xtrem y TTX (autos de carrera para Autocross), los mismos que han ganado popularidad a lo largo de los años adquiriendo un gran número de campeonatos compitiendo bajo el nombre de SPEEDCAR.

A continuación, se presentan datos y nombres de algunos de sus modelos.

Modelo Xtrem

Tabla 2-1: Características chasis modelo.

CARACTERÍSTICAS	
Chasis	Perfil tubular de acero con diámetro de Φ 40 x 2 mm de espesor.
Amazón	Fibra de vidrio.
Largo/Ancho/Alto	2600 / 1500 / 1100 mm
Dirección	Una vuelta y cuarto de extremo a extremo
Peso	312 Kg

Fuente: (SPEEDCAR, 2023)



Ilustración 2-8: Chasis kartcross.

Fuente: Speed Car.

Modelo Yacarcross

La empresa Yacarcross fabricante de chasis para kartcross, fue fundada por el campeón de España Calviño Perfecto en la categoría kartcross, su monoplaza tiene un diseño habilidoso debido a su

amplio conocimiento y experiencia que le a llevado a lograr un gran número de victorias en los distintos campeonatos de Autocross, a continuación se presenta los datos del modelo Yacarcross.

Tabla 2-2: Características chasis modelo YACAR CROSS.

CARACTERÍSTICAS	
Estructura Principal	Estructura tubular fabricada en acero con aleación cromo-molibdeno
Carrocería	Fibra de vidrio
Largo/Ancho/Alto	2600 / 1600 / 1200 mm
Dirección	Rápida con una vuelta de tope a tope
Peso	320 Kg

Fuente: (Yacarcross, 2023).



Ilustración 2-9: Chasis kartcross

Fuente: Speed Car.

Modelo Demon Car

La empresa OSONA PERFIL se especializa en el diseño y fabricación de vehículos de competición para kartcross bajo el nombre de DEMON CAR, estos modelos de kartcross son considerados los mejores debido al gran equilibrio que posee el vehículo entre tracción y dirección. A continuación, se indican las características que posee esta marca de vehículos.

Tabla 2-3: Características chasis modelo DEMON CAR

CARACTERÍSTICAS	
Estructura Principal	Tubular con tubo Cromo Molibdeno Φ 40 x 2 mm sin soldadura
Carrocería	Fibra de vidrio.
Largo/Ancho/Alto	2600 / 1500 / 1100 mm
Dirección	Rápida tres cuartos
Peso	315 Kg

Fuente: (Demoncar, 2023).



Ilustración 2-10: Chasis kartcross.

Fuente: Speed Car.

Modelo Casmat

Continuando con la investigación está la empresa Casmat Engineer S.L. Motorsport fundada en 2007 esta empresa realiza varios proyectos entre los que se tiene: preparaciones, modificaciones, estudios, diseño, restauraciones y reparación de vehículos para competencia, debido a toda esta experiencia que poseen su monoplaza kartcross cuenta con toda la tecnología y un diseño idóneo para competencias de Autocross.

Tabla 2-4: Características chasis modelo CASMAT.

CARACTERÍSTICAS	
Estructura Principal	Perfil tubular de acero no aleado, estirado al frío, sin soldadura.
Carrocería	Fibra de vidrio, duraluminio
Largo/Ancho/Alto	2600 / 1500 / 1100 mm
Dirección	Una vuelta y cuarto de extremo a extremo
Peso	315 Kg

Fuente: (CASMAT MOTOR, 2023).



Ilustración 2-11: Chasis kartcross.

Fuente: Speed Car.

Modelo Kincar

Finalmente, la empresa KINCAR especializada en monoplazas kartcross, cumple con los más altos estándares de fabricación teniendo un especial cuidado al momento de seleccionar materiales y componentes, el diseño de su kartcross es impresionante debido a lo fácil que es adaptarse a él, lo bien que trabajan sus sistemas la seguridad que posee.

Tabla 2-5: Datos chasis modelo KINCAR.

CARACTERÍSTICAS	
Estructura Principal	Estructura de perfil tubular de acero al carbono con diámetros de Φ 40 y 30 mm
Carrocería	Fibra en 3 piezas
Largo/Anecho/Alto	2600 / 1600 / 1100 mm
Dirección	Dirección rápida con carcasa de aluminio forjado de diseño exclusivo
Peso	360 Kg

Fuente: (Kincar, 2023)



Ilustración 2-12: Chasis kartcross.

Fuente: Speed Car.

2.1.5. *Tamaño adecuado del kartcross, según Normativa FIA.*

1. Longitud: 2.600 mm., sin contar las faldillas.
2. Anchura: 1.600 mm., sin contar las faldillas.
3. Altura: 1.400 mm., sin contar la altura del número.

2.1.6. *Partes mecánicas*

2.1.6.1. *Chasis*

La estructura general de un kartcross incluye los componentes mecánicos y la carrocería. Incluye cualquier parte que sea interdependiente de esta estructura general. Este vehículo generalmente

está construido con tubos de acero o aleaciones ligeras para proporcionar una combinación óptima de resistencia, rigidez y peso reducido.

Marco del chasis es la parte de soporte principal del kartcross. Sirve de base para las partes principales del chasis e incorpora las partes auxiliares del chasis.

Debe estar fabricado para absorber las fuerzas que se producen cuando el kartcross está en movimiento. La flexibilidad y la suspensión del marco provienen de las propiedades elásticas de la construcción tubular y el material.

El bastidor del chasis está hecho de tubos de acero con una sección transversal cilíndrica. Incluye los soportes del eje delantero y trasero y está soldado en una sola pieza por lo que no se puede desmontar.

2.1.6.2. Material del marco del chasis

El acero estructural, ASTM A36 o la aleación de acero utilizados como material del marco del chasis deben cumplir con las clasificaciones ISO 4948 y las designaciones ISO 4949.

La suspensión de los kartcross suele tener sistemas de suspensión independientes en las ruedas delanteras y traseras para mejorar la estabilidad y la absorción de impactos. Los amortiguadores y los resortes se utilizan para controlar el movimiento de las ruedas y mantener el contacto adecuado con el terreno.

Las ruedas o neumáticos en los kartcross tienen cuatro ruedas, dos en el eje delantero y dos en el eje trasero. Las ruedas están equipadas con neumáticos especialmente diseñados para proporcionar agarre y tracción en diversos terrenos.

La carrocería del kartcross es la parte exterior del vehículo y está compuesta por paneles que brindan protección aerodinámica y estética. Puede estar hecha de materiales como fibra de vidrio, plástico reforzado con fibra de carbono u otros compuestos ligeros.

La dirección en los kartcross tiene un sistema de dirección que permite al piloto controlar la dirección del vehículo. Puede ser una dirección de cremallera y piñón o una dirección asistida, dependiendo del diseño y las preferencias del piloto.

El motor y sistema de transmisión en los kartcross están propulsados por un motor, que puede ser de dos tiempos o de cuatro tiempos. El motor está conectado a un sistema de transmisión que transfiere la potencia del motor a las ruedas. El sistema de transmisión puede ser manual o automático.

El sistema de frenado en los kartcross está equipado con sistemas de frenos que pueden ser hidráulicos o mecánicos. Estos sistemas permiten al piloto controlar y detener el vehículo de manera segura.

El sistema de escape en los kartcross está equipado con sistemas de escape diseñados para dirigir los gases de escape fuera del motor y reducir el ruido.

Los asientos están diseñados ergonómicamente para brindar comodidad y soporte al piloto durante la conducción.

2.1.7. Materiales

La forma más sencilla de construir un vehículo Kartcross es usar planos para construir uno con los materiales que puedes encontrar en una tienda para materiales de construcción. Probablemente aún necesites algunas partes para el vehículo pre-fabricadas.

Una correcta selección del material se aquella que cumpla las restricciones marcadas por el reglamento y la normativa para poder homologar el monoplaza.

Para elegir el material adecuado que se va a emplear en la fabricación del chasis, se deberá considerar una serie de requisitos establecidos por la FIA. Estos requisitos quedan resumidos en la siguiente lista:

La estructura será de construcción tubular, mediante el uso de perfilestubulares de acero.

Estos estarán conformados mediante estirado en frío, sin soldadura.

La resistencia a tracción del material seleccionado no podrá ser inferior a 355MPa.

Del material seleccionado, se deberá conocer su composición química y el certificado de colada.

Para la selección del material además de los requisitos marcados se tendrá en cuenta el precio de este, la facilidad de ser conformado, y de tener una buena soldabilidad.

Infinidad de materiales idóneos existen para la fabricación de un chasis para competición tales como aleaciones al carbono, aluminio, magnesio o titanio con respecto a las aleaciones de aluminio, se puede manifestar que es un material que se podría emplear para alguna zona de la estructura, aunque y a pesar de los avances en cuanto a la resistencia de este material, no se contempla como una opción dentro del reglamento de la RFEDA. Por otro lado, las aleaciones de titanio pueden ser una buena elección debido a una más que buena relación resistencia/peso, aunque se tiene que descartar a priori debido a la dificultad de ser soldado, además de que se trata de un material a priori más caro en equiparación con otros materiales. (FIA, 2023)

Las alternativas pueden ser muy atractivas, pero después de estudiar el RHES por la RFEDA se puede observar como la variedad de materiales únicamente se centra en la familia de los aceros, además la utilización de aleaciones de aluminio o titanio son más costosas que las aleaciones al carbono.

Dentro de estos se encuentran los aceros no aleados y aleados de alta resistencia de baja aleación, ambos deben estar destinados a la fabricación mecánica. Para los aceros no aleados aparece un requisito marcado por el mismo reglamento citado en el Anexo A, debiendo tener un contenido máximo de carbono del 0.3%, además se marcarán los porcentajes de componentes máximos en la composición de estos aceros.

Para los aceros aleados, se tendrán que buscar aleaciones que puedan ser utilizadas para aplicaciones estructurales, por tanto, estos deberán de ofrecer una excelente resistencia, ductilidad y resistencia a la corrosión, también deberá poseer una buena tenacidad y alargamiento sin olvidar que debe poder ser soldable con facilidad.

Se estudiará la posibilidad de emplear aceros de alta resistencia con una buena conformidad conocida como Dual Phase, constituidos por una combinación de ferrita (80%) y martensita (10-20%) con la posibilidad de generarse bainita, aportará una alta dureza del segundo componente, mientras que el primer componente otorgará al acero un bajo límite elástico y una buena ductilidad.

Un acero ferrito-perlítico, con la deformación mayor que la de la fase dura y la relación entre las durezas es mayor, la concentración de la deformación se concentra en la fase blanda, lo que no muestra ni deformación, ni endurecimiento de la martensita, es decir estos pueden ser apropiados para una gran variedad de usos, como por ejemplo para aplicaciones en las que se necesite una buena capacidad para ser deformados generándose en la operación de conformado una buena resistencia mecánica.

Finalmente se puede decir que la utilización de este tipo de acero quedará condicionado al costo que supondrá fabricar el chasis con este material, puesto que, al tratarse de un material de vanguardia, a priori debería ser menos asequible que los otros tipos de aceros.

2.1.7.1. Seguridad en los kartcross

Al hablar de seguridad en un kartcross, el componente más importante es el chasis sin duda alguna. El chasis además de ser el elemento que alberga el resto de los componentes del coche (suspensión, motor, dirección, baquet...) debe de proteger al piloto en caso de choque o de vuelco.

Un chasis debe ser lo más ligero posible, pero sin poner en compromiso la integridad física del piloto, por ello habrá que ser cuidadoso a la hora de seleccionar el diámetro del tubo, el espesor también habrá que escoger un método de soldadura acorde al material de estos. Las soldaduras deben de ser impecables.

En cuanto a la geometría del chasis además de cumplir las premisas del Reglamento Técnico del campeonato de España de Autocross 2014 (Anexo II), deberá ser suficientemente amplio para permitir una conducción lo más cómoda posible.

Aunque ya se ha dicho que el principal elemento de seguridad es el chasis, no hay que olvidar otros elementos también importantes como por ejemplo el HANS o el casco. El casco es elemento que protege la cabeza del piloto, este debe de estar fabricado según normativa, además debe de tener los acoplamientos necesarios.



Ilustración 2-13: Casco Sparco

Fuente: (Sparco, 2023).

Los arneses de seguridad sin duda son importantes, estos deben sujetar al piloto en caso de accidente para que permanezca lo más inmóvil posible en el seno del baquet y así impedir que

salga despedido del vehículo o que se golpee con la jaula de seguridad. Suelen incorporar seis puntos de anclaje, con apertura rápida y atornillados a unos soportes soldados al chasis. Además deben de ser válidos para emplear el sistema del HANS.



Ilustración 2-14: Arnés de seguridad con 6 puntos de anclaje

Fuente: (Sparco, 2023)

El HANS (Head And Neck Support Device, Soporte para cabeza y cuello) es otro de los elementos de seguridad importantes en un coche de competición. Es una especie de collarín diseñado para sujetar la cabeza y el cuello cuando el piloto sufre un accidente fuerte y así evitar lesiones graves en el cuello, las cuales podrían causar incluso la muerte del piloto. El HANS es útil en colisiones frontales, laterales y también en caso de vuelco (en la Formula 1 su uso es obligatorio a partir del año 2003).



Ilustración 2-15: HANS

Fuente: (Cross, 2022).

El HANS se sujeta al casco mediante unos tirantes que tienen clips de ajuste rápido y tiene una geometría que cae desde el cuello, pasando por los hombros hasta la parte del pecho del piloto, por donde a su vez pasa el arnés de seguridad.

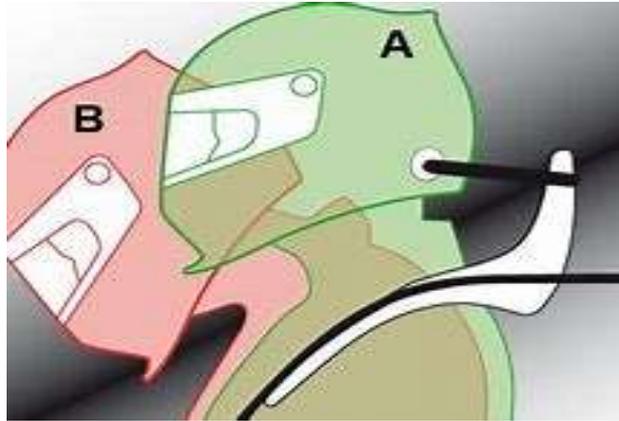


Ilustración 2-16: Funcionamiento del sistema HANS.

Fuente .Bing images

No se puede olvidar la ropa ignífuga, que es el principal elemento de protección frente a incendios, en el apartado se incluyen el mono, el propio casco, el soto casco, las botas, la ropa interior y los guantes



Ilustración 2-17: Ropa ignífuga.

Fuente: (Sabelt, 2023)

2.1.8. Normativa FIA

La Federación Internacional del Automóvil (FIA) cuyos objetivos es promover el desarrollo, coordinado, y regulado de todas las actividades del automovilismo en el mundo, es una

organización sin ánimo de lucro con sede en la plaza de la Concordia de París, Francia, que incluye 268 organizaciones automovilísticas de 143 países. Fundada en 1904, es mundialmente conocida por regular las competiciones de automovilismo más importantes del mundo, pero su ámbito de aplicación incluye todos los aspectos del automóvil, las carreteras, la movilidad, el medio ambiente o seguridad vial. (FIA, 2023)

La promoción de formas seguras y sostenibles de movilidad ha llevado a la FIA a comprometerse con iniciativas globales de sostenibilidad y también a fundar su propia respuesta principal a los problemas de seguridad vial, la Acción de la FIA para la Seguridad Vial. Esta campaña mundial, en apoyo del Decenio de Acción de las Naciones Unidas para la Seguridad Vial, tiene por objeto reducir en cinco millones el número de víctimas mortales en las carreteras antes de 2020. Como órgano rector del automovilismo, la FIA garantiza que se celebren eventos justos, bien regulados y, sobre todo, seguros en todos los rincones del mundo. En última instancia, el objetivo de la FIA es simple: mantenerle activo de forma segura y dinámica. (FIA, 2023)

La aportación de la FIA en el automovilismo es tan antigua como la aparición del automóvil. Con la popularidad de las carreras de ciudad a ciudad a principios del siglo XX, pero sin reglas de seguridad ni de competencia justa, el Automobile Club de France se alió con doce clubes de todo el mundo para formar la Association Internationale des Automobile Clubs Reconnus, el antecedente directo de la FIA. En 1950, la federación inauguró el Campeonato Mundial de Fórmula Uno y así comenzó la evolución de la FIA hacia una fuerza mundial del automovilismo deportivo. Desde la Fórmula Uno hasta el Campeonato Mundial de *Rally*, y desde las carreras de resistencia hasta el nuevo escenario de los campeonatos de energía alternativa, la pasión de la FIA por el automovilismo deportivo y su dedicación por garantizar el juego limpio y la seguridad para todos los competidores no han disminuido. (FIA, 2023)

2.1.8.1. Normativa FIA modalidad trepada de montaña

La FIA (Federación Internacional del Automóvil) tiene una comisión específica para las carreras de montaña, conocida como la Comisión de Carreras de Montaña de la FIA (FIA Hill Climb Commission). Esta comisión establece la normativa y reglamentos para las competiciones de trepada de montaña a nivel internacional.

Algunas de las regulaciones y directrices generales establecidas por la FIA para las carreras de montaña incluyen:

Categorías de vehículos: Se establecen diferentes categorías de vehículos basadas en sus características técnicas, como el peso, la potencia y el tipo de motor. Esto permite una competencia equitativa entre los distintos tipos de vehículos.

Licencias y requisitos de pilotos: Se establecen requisitos específicos para los pilotos, incluyendo la necesidad de tener una licencia de piloto reconocida por la FIA y cumplir con los criterios de seguridad y experiencia establecidos.

Regulaciones de seguridad: Se establecen normas de seguridad para los vehículos y los pilotos, como el uso obligatorio de cascos homologados, sistemas de retención adecuados, sistemas de extinción de incendios, entre otros.

Especificaciones del circuito: Se definen los requisitos y especificaciones para el diseño y la seguridad de los circuitos de montaña, incluyendo aspectos como las barreras de protección, las áreas de escape y las señalizaciones.

Regulaciones técnicas: Se establecen regulaciones técnicas para los vehículos, incluyendo aspectos como el peso mínimo, las dimensiones máximas, las especificaciones de los motores y sistemas de escape, entre otros.

Procedimientos de competición: Se establecen los procedimientos y reglas para la organización de las competiciones de trepada de montaña, incluyendo aspectos como las clasificaciones, los tiempos de carrera, las penalizaciones por infracciones, entre otros.

2.1.8.2. Exigencias

Las exigencias de la FIA para la modalidad de trepada de montaña pueden variar dependiendo de la normativa y reglamentos específicos establecidos por la federación nacional o regional correspondiente. Sin embargo, a nivel general, la FIA establece algunas exigencias comunes para las competiciones de trepada de montaña. A continuación, se mencionan algunas de estas exigencias:

Licencia de piloto: Los pilotos deben poseer una licencia de piloto válida emitida por la federación nacional de automovilismo reconocida por la FIA. La licencia puede requerir cumplir ciertos criterios de experiencia y seguridad, así como realizar exámenes médicos.

Requisitos de seguridad para los vehículos: Los vehículos deben cumplir con ciertos requisitos de

seguridad, que pueden incluir aspectos como la instalación de jaulas antivuelco, sistemas de extinción de incendios, cinturones de seguridad y otros equipos de seguridad obligatorios.

Inspección técnica de los vehículos: Los vehículos deben pasar una inspección técnica antes de participar en una competición de trepada de montaña. Esta inspección verifica que el vehículo cumpla con las regulaciones técnicas establecidas, como el peso mínimo, las dimensiones máximas, las especificaciones de los motores y sistemas de escape, entre otros aspectos.

Normas de seguridad en el circuito: Los organizadores deben asegurar que el circuito cumpla con las normas de seguridad establecidas por la FIA. Esto incluye aspectos como la instalación de barreras de protección, señalización adecuada, áreas de escape y otros elementos de seguridad.

Oficiales y personal de seguridad: Las competiciones de trepada de montaña deben contar con un equipo de oficiales y personal de seguridad debidamente capacitados para garantizar el cumplimiento de las normas y la seguridad de los participantes y espectadores.

2.1.9. Motor

En consideración al REGLAMENTO TÉCNICO VEHÍCULOS KARTCROSS, (2023) los motores admitidos son los recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 2-6: Motores admitidos CEAX 2023.

Motor	Versión	Presión de compresión máxima [kg/cm²]	Nº ficha
Suzuki GSX-R 600 Kawasaki ZX6R Honda CBR 600 RR Yamaha YZF R6 Yamaha MT09 850 cc Yamaha MT09 890 cc	K6-K7, K8-L0, L1-L7 2007-2017 2008-2017 2008-2016 7 2016-2020 2021-2023	14,5	Pendiente confirmación

Fuente: Anexo 9: REGLAMENTO TÉCNICO VEHÍCULOS KARTCROSS, (2023)

Capacidad máxima del motor

El reglamento establece que la capacidad máxima del motor debe ser de 600cm³.

Potencia

Los motores de kartcross están diseñados para proporcionar una potencia significativa en relación con el tamaño y peso del vehículo. Estos motores suelen ser de alta potencia y capaces de alcanzar altas revoluciones para ofrecer una aceleración rápida y una velocidad máxima impresionante.

Los motores de dos tiempos utilizados en kartcross suelen tener una potencia que puede oscilar entre los 50 y los 150 caballos de fuerza (HP). Sin embargo, en categorías de mayor rendimiento, es posible encontrar motores de dos tiempos con potencias superiores a los 200 HP.

Los motores de cuatro tiempos utilizados en kartcross suelen tener una potencia que puede variar entre los 30 y los 100 HP. Nuevamente, en categorías de mayor rendimiento, es posible encontrar motores de cuatro tiempos con potencias superiores a los 150 HP.

Es importante tener en cuenta que estos rangos son solo estimaciones generales y que la potencia específica de un motor de kartcross puede variar según varios factores, como las especificaciones del fabricante, las modificaciones realizadas y las regulaciones específicas de la competición.

Ligereza

Los motores de kartcross están diseñados para ser ligeros, lo que contribuye a reducir el peso total del vehículo. Esto ayuda a mejorar la relación peso-potencia y la maniobrabilidad general del kartcross, lo que permite una mayor agilidad en los circuitos.

Alta relación potencia peso

Los motores de kartcross están optimizados para ofrecer una relación potencia-peso alta. Esto significa que la potencia del motor en relación con el peso total del vehículo es alta, lo que permite una aceleración rápida y una mayor capacidad de respuesta en situaciones de competición.

Refrigeración

La refrigeración es una parte fundamental en los kartcross para mantener la temperatura del motor bajo control durante las competiciones intensas. Los motores de alto rendimiento generan calor y necesitan un sistema eficiente de enfriamiento para evitar el sobrecalentamiento y garantizar un rendimiento óptimo.

Los motores de kartcross suelen estar equipados con sistemas de refrigeración eficientes, como refrigeración líquida o radiadores de aceite, para mantener la temperatura del motor bajo control durante las competiciones intensas. Esto ayuda a prevenir el sobrecalentamiento y garantiza un rendimiento óptimo del motor.

Ventilación

Para mejorar la eficiencia del sistema de refrigeración, algunos kartcross están equipados con ventiladores eléctricos que se activan automáticamente cuando la temperatura del líquido refrigerante supera un umbral determinado. Estos ventiladores ayudan a mantener un flujo de aire adecuado a través del radiador incluso en condiciones de baja velocidad o paradas prolongadas.

2.2. Componentes y materiales

2.2.1. Componentes mecánicos

Cualquier componente necesario para la propulsión, dirección o frenado, así como cualquier accesorio, móvil o no, necesario para su normal funcionamiento.

2.2.2. Pieza original o de serie

Cualquier pieza que sea fabricada por el fabricante del equipo montado originalmente en el kart o motor.

2.2.3. Compuesto

Material compuesto por varios componentes distintos que, cuando se combinan, proporcionan propiedades que ninguno de los componentes individuales posee.

2.3. Medidas

Las medidas máximas permitidas en las dimensiones de las carrocerías son las siguientes:

- Longitud: 2.600 mm. Sin contar las faldillas.
- Anchura: 1.600 mm.Sin contar las faldillas.
- Altura: 1.400 mm. Sin contar la altura del número.

2.3.1. Sistema de medición

Las unidades de medida (incluidas las unidades derivadas) son las del Sistema Internacional: longitud en metros (m), masa en kilogramos (kg), tiempo en segundos (s), temperatura en grados Celsius (°C), ángulo en grados (°) y nivel de ruido en decibelios (dB)

2.4. Seguridad

Es de suma importancia en el kartcross para garantizar la protección de los pilotos durante las competiciones. Se implementan diversas medidas de seguridad para minimizar los riesgos y prevenir lesiones graves. Algunas de las medidas de seguridad comunes en el kartcross incluyen: la jaula antivuelco, cinturones de seguridad, cascos y equipos de protección, extintor de incendios, inspecciones y regulaciones antes de las competencias.

Todo el equipo de seguridad debe usarse en su configuración aprobada sin ninguna modificación o remoción de ninguna parte, y de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

2.4.1. Asiento del piloto

Es obligatorio un asiento completo homologado por la FIA (normas 8855-1999, 8855-2021 o 8862-2009). No puede sufrir ninguna modificación.

El respaldo del asiento del conductor se puede inclinar hasta 15° hacia atrás con respecto a la vertical.

Anclajes para la fijación de los soportes de los asientos

Deben cumplir con la Construcción "C" o "D" a continuación, pero en lugar de atornillar los travesaños a la construcción base, los travesaños deben soldarse a la estructura de la ase del coche, de atornillar los travesaños a la construcción de la base transversal o longitudinalmente.

2.4.2. Soportes de asiento

Los soportes del asiento deben fijarse a los anclajes del asiento con un mínimo de 4 sujetadores por asiento utilizando pernos de un mínimo de 8 mm de diámetro.

También son aplicables los artículos 253-16.4 a 253-16.5 del Apéndice J.

2.4.3. Cinturón de seguridad

Obligatorio, con un mínimo de 6 puntos, de acuerdo con las especificaciones del artículo 253-6 del Anexo J.

Las dos correas de los hombros deben tener cada una un punto de anclaje separado.

Los ángulos máximos al eje del asiento son 20° divergentes o convergentes (los tirantes pueden instalarse montados de forma que se crucen simétricamente con respecto al eje).

2.4.4. *Guardabarros*

Es obligatorio montar guardabarros en cada rueda.

Deben ser de material plástico flexible con un espesor mínimo de 4 mm.

Deben montarse de forma segura en al menos 2 soportes de montaje.

2.4.5. *Dispositivo de remolque*

Un dispositivo de remolque delantero y uno trasero es obligatorios. Un dispositivo de remolque delantero y un dispositivo de remolque trasero son obligatorios.

2.4.6. *Equipo piloto*

De conformidad con el Capítulo 3 del Apéndice L del Código. (Ver anexo 1)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diagrama de etapas del proyecto

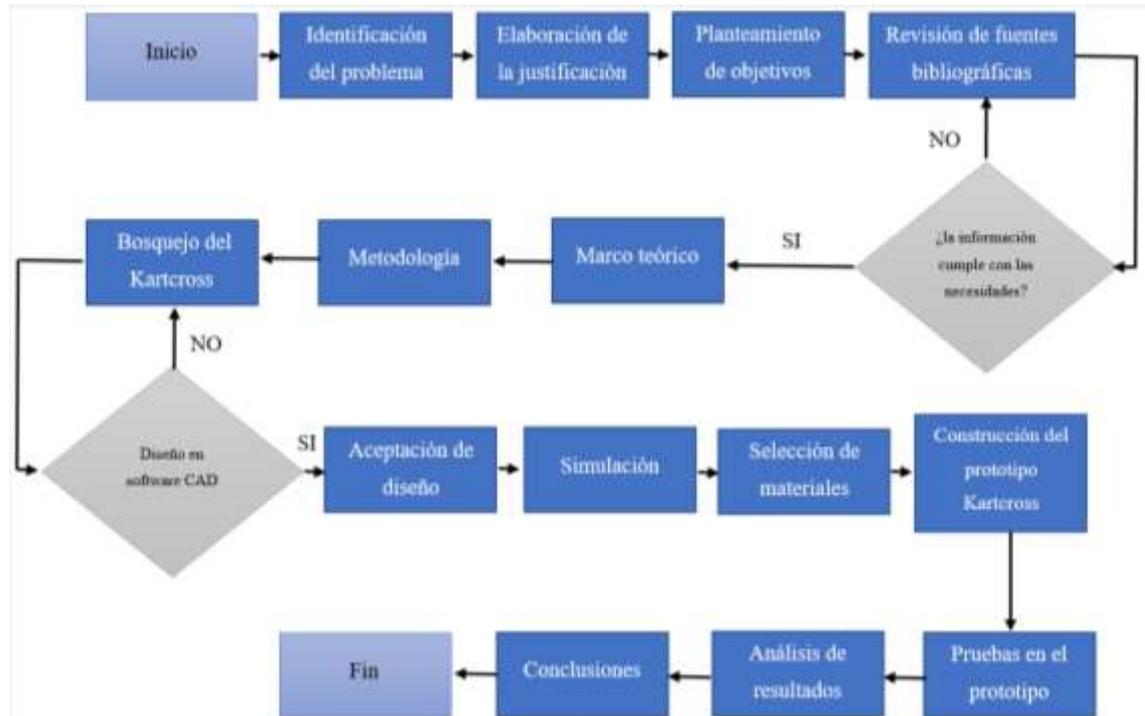


Ilustración 3-1: Diagrama de etapas del proyecto.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.2. Métodos y técnicas de investigación.

Los métodos y técnicas de investigación para realizar el proyecto, se detalla a continuación:

Método histórico se recopiló información de la historia del Karting para analizar la evolución del chasis, motores, transmisión y así poder seleccionar materiales para la construcción de un kart Cross.

Método bibliográfico consiste en la obtención de información contenida en documentos por medio de técnicas, localización, identificación para acceder a los documentos. Este método ayudó a localizar e identificar la normativa FIA, en la cual se recopiló información importante para el diseño y la construcción del KARTCROOS.

Obteniendo información importante de los materiales usados, tipos y técnicas de soldadura lo cual facilito la selección del acero que se va a utilizar en la construcción.

Método descriptivo, para describir todo lo que se ha realizado durante cada uno de los procesos que involucran el proyecto el diseño y construcción del kartcross

3.2.1. Tipo de estudio

(Hernández-Sampieri & Mendoza Torres , 2018) argumenta: “Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la Investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales.”

En el presente proyecto se utilizarán diferentes tipos de investigación, mismos que permitirán realizar un trabajo con amplia información que respalde su autenticidad y validez. Según el nivel de análisis de la información la investigación es de tipo **cuali-cuantitativa**. También conocida como investigación mixta, aspira a ser un procedimiento intermedio entre cualitativo y cuantitativo, combinando las aproximaciones de ambas. Con el apoyo de métodos como el cuantitativo y cualitativo (Nel Quezada , 2021)

Con esto se comprende que el fin de la investigación mixta es dar una perspectiva más clara y amplia del objeto de estudio, debido a que mediante un solo factor como cualitativo o cuantitativo no se logra interpretar aquellos fenómenos que son de gran amplitud.

3.2.1.1. Documental

La investigación documental es aquella que obtiene la información de la recopilación, organización y análisis de fuentes documentales escritas, habladas o audiovisuales. (Rus Arias, economiapedia, 2020)

Se utilizará dicho tipo de investigación debido a la utilización de diferentes tipos de fuentes bibliográficas, como artículos científicos, libros, informes finales incluyendo páginas web de esta

forma poder obtener una conexión entre el conocimiento actual y la realidad relevante que se examinará para orientar adecuadamente el diseño y construcción del KARTCROOS.

3.2.1.2. Descriptiva

Según (Tamayo & Tamayo, 2018) “Comprende la descripción, registro, e interpretación de la naturaleza actual, y la comprensión o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y sus características fundamentales es la de presentarnos una interpretación correcta” y así se tiene un KARTCROOS eficiente y eficaz.

3.3. Desarrollo del proyecto

3.3.1. Cronograma

Tabla 3-1: Cronograma.

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO (EN SEMANAS)	OBSERVACIONES
Elaboración y presentación del proyecto de investigación.	Semana 1 y 2	
Recolección de bibliografías.	Semana 2.	
Desarrollo del chasis en software CAE.	Semana 3.	
Análisis del comportamiento estructural mediante FEA.	Semana 4 y 5.	
Elección del material de construcción.	Semana 6.	
Construcción del chasis tubular.	Semanas 7, 8, 9, 10, 11, 12.	
Realización de ensayos y pruebas.	Semana 13	
Validación de datos.	Semana 14	
Corrección de borradores, tipiado de trabajo final.	Semana 15	
Presentación del trabajo final.	Semana 16	

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4. Desarrollo del proyecto

3.4.1. Bosquejo

Después de haber analizado las diferentes estructuras existentes en el mercado de Kartcross se procede a realizamos el bosquejo en base al modelo SpeedCar Xtrem el cual cumple las necesidades que rige la competencia trepada de montaña obteniendo como resultado el bosquejo propuesto. Véase en la ilustración 2-3.

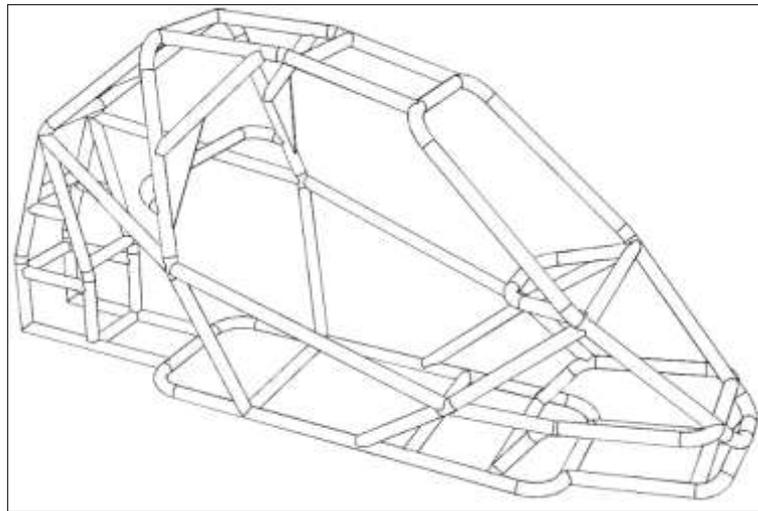


Ilustración 3-2: Diagrama de etapas del proyecto

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.2. Software de diseño

3.4.2.1. SolidWorks

Para el modelado de la estructura del kartcross se utilizó el software SolidWorks que nos permitió modelar el chasis Kartcross-2023, consta por 119 barras de acero ASTM-A36 soldadas, se realizó en un perfil con geometría circular de 1 ½ pulg. De diámetro exterior y 2 mm de espesor. Lo cual se plasmó por medio del software SolidWorks su diseño como se muestra en la ilustración 3-3 donde se puede observar la estructura ya terminada.

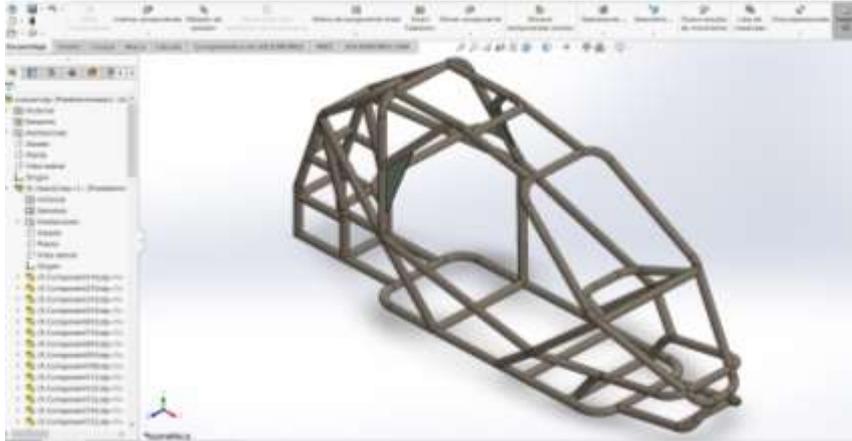


Ilustración 3-3: Chasis terminado en solidworks.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3. Análisis de elementos finitos (FEA).

3.4.3.1. ANSYS

El software workbench de la familia ANSYS permitió realizar los distintos análisis estructurales de deformación frontal, lateral y vertical con sus respectivas cargas y restricciones, obteniendo los factores de seguridad.

La estructura se modelo en el software y se diseñó su mallado de 40 mm, dándonos un resultado total de 521383 nodos y 84668 elementos. Véase en la ilustración 4-3 e ilustración 5-3.

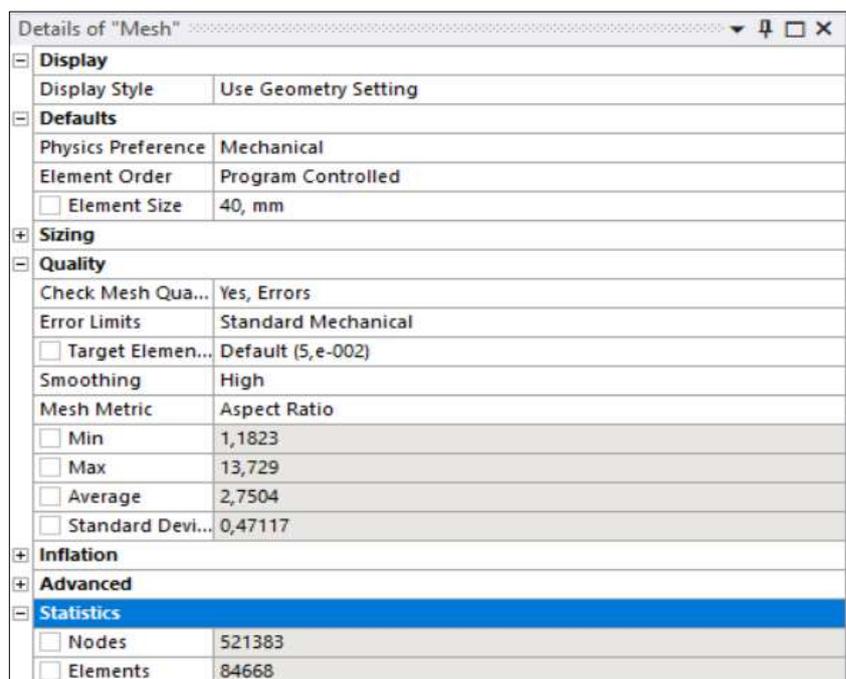


Ilustración 3-4: Detalles de malla

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

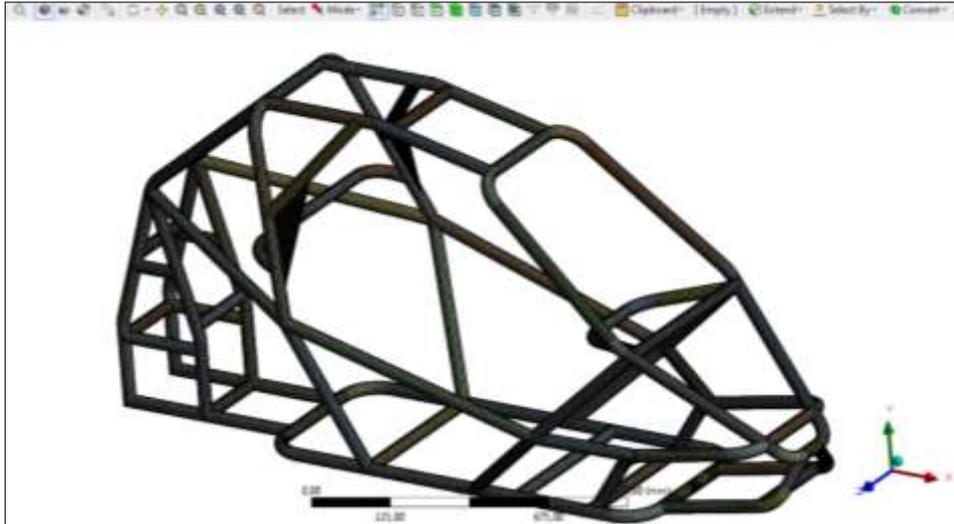


Ilustración 3-5: Mallado en Ansys.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3.2. Calidad de mallado

La calidad de malla es aceptable su mesh metric se escoge Aspect Ratio.

(Relación de aspecto): Muestra la proporción entre la longitud más larga y la más corta de un elemento. Un valor cercano a 1 indica una forma más cercana a un elemento ideal. Véase en la ilustración 6-3.

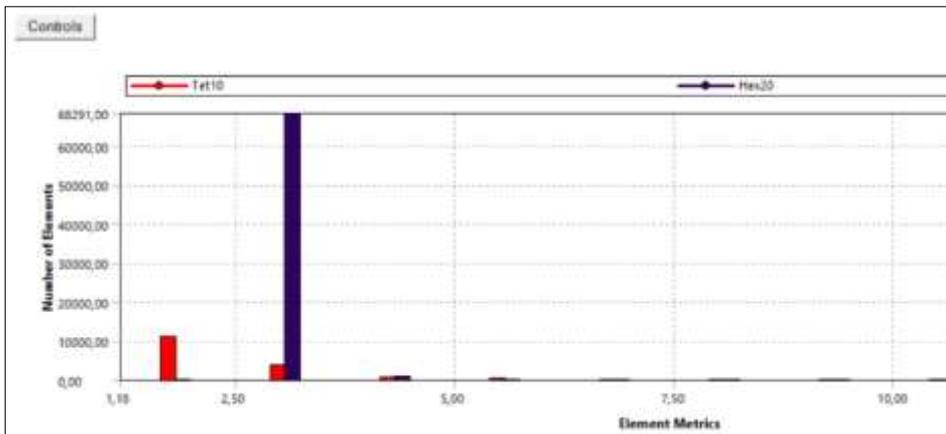


Ilustración 3-6: Calidad de elementos de malla Aspect Ratio.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la estructura se realizó un mallado hexaédrico debido a que este tipo de malla es el más usado en estos análisis por su ajuste a la forma, en la Tabla 1, se muestra las características de las diferentes mallas utilizadas con su tamaño, nodos, elementos, desplazamientos totales y esfuerzos de equivalente de Von Mises mallados utilizados. Tabla 2-3. Ilustración 7-3.

Tabla 3-2: Mallado hexaédrico de la estructura.

Tamaño	Nodos (#)	Elementos (#)	Desplazamientos totales (mm)	Esfuerzo Eqv. Von Mises (Mpa)
100	499088	72096	3,509	359,3
50	499948	72495	3,5108	359,29
40	500470	72761	3,5109	359,29
35	500238	73083	3,392	399,66
30	498355	73162	3,2495	381,15
25	227838	42955	5,1292	297,5
20	292885	43899	3,7336	365,25
15	458742	74756	4,4018	449,63

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

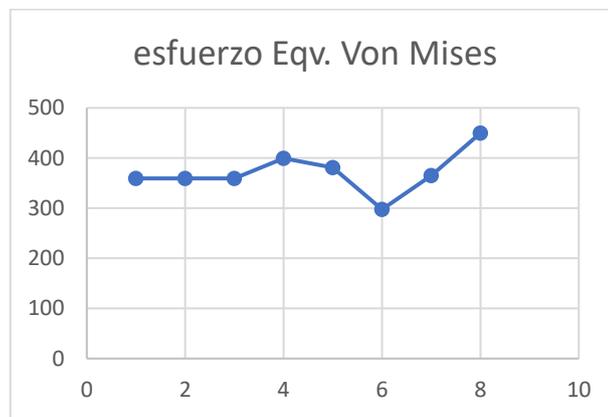


Ilustración 3-7: Esfuerzo Equivalente Von Mises.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

De igual manera analizamos por la calidad de elemento.

La calidad del mallado en ANSYS, representada por el Mesh Metric Element Quality, puede variar dependiendo de los criterios específicos y la naturaleza del problema a analizar. Sin embargo, en términos generales, se pueden establecer rangos aproximados para clasificar los valores de calidad del elemento en "buenos", "aceptables" y "malos".

Es importante tener en cuenta que estos rangos pueden variar según la complejidad del modelo y los estándares específicos de la industria. Además, lo que se considera "bueno", "aceptable" o "malo" puede ser subjetivo y depende de los requisitos del análisis y la precisión requerida para el problema en particular. Véase en la ilustración 8-3.

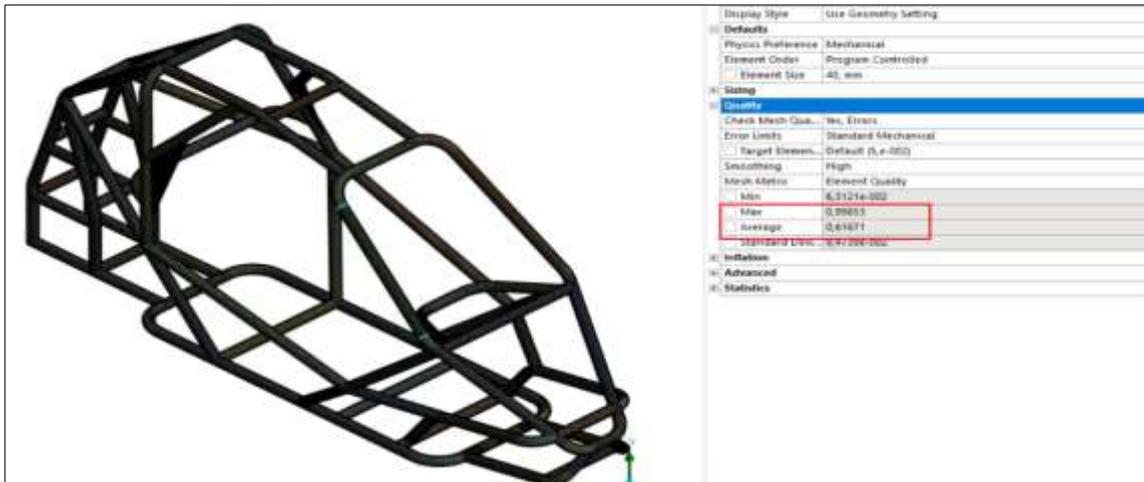


Ilustración 3-8: Mesh Metric Element Quality.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

Al realizar una visualización del mallado en un rango de 0,6 a 0,9, obtenemos como resultado una malla de alta calidad, clasificándose como buena y excelente. (Johnson, (2018))

Tabla 3-3: Rango y calidad de malla.

Rango del Mesh Metric Element Quality	Calificación de Calidad del Elemento
0.8 a 1.0	Excelente (Muy Bueno)
0.6 a 0.8	Bueno (Aceptable)
0.4 a 0.6	Aceptable (Regular)
0.2 a 0.4	Pobre (Malo)
0.0 a 0.2	Muy Pobre (Muy Malo)

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3.3. Asignación de pesos.

La asignación de pesos comprende: estructura, asiento y persona, motor, ruedas dándonos un peso total del vehículo de 450 kilogramos para dar su conversión a una fuerza sabemos que debemos multiplicar la masa por la gravedad ($F=m \cdot g$). Véase en la tabla 4-3.

Tabla 3-4: Asignación de pesos en kg y conversión a N.

Partes	Peso en kilogramos (kg)	Peso en Newton (N)
Estructura	50	490,3325
Asiento y persona	90	882,59
Motor	190	1863,83
Cuatro ruedas	120	1176,798
Peso total vehículo	450	4412,9925

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3.4. Asignación de Fuerzas

El reglamento técnico CAR-CROSS, Anexo I, ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD, REQUISITOS PARA SU HOMOLOGACIÓN POR LA R.F.E DE A. nos dice que: se debe presentar un estudio de resistencia de materiales por un técnico cualificado colegiado, en el que se demuestre que dicha estructura resiste las siguientes solicitudes:

- 2 veces su peso lateralmente (2P).
- 6 veces su peso longitudinalmente en ambos sentidos (6P).
- 8 veces su peso verticalmente (8P).

En dicho estudio, deberá tenerse en cuenta que P se deberá aumentar en 75kg. Siendo P el peso mínimo del vehículo en condiciones de carrera.

La fuerza que vamos a tomar para poder realizar las simulaciones va a ser de 4412,9925 N que se obtuvo del peso total del vehículo multiplicado por la gravedad de 9.80665 metros por segundo cuadrado (m/s^2) que nos da la fuerza en N, este resultado lo multiplicamos para las diferentes cantidades solicitadas en el reglamento Car-CROSS. Véase en la tabla 5-3.

Tabla 3-5: Fuerzas aplicadas para su respectiva simulación

FUERZAS APLICADAS PARA SU RESPECTIVA SIMULACIÓN	
F Vertical 8P	$4412,9925 \text{ N} * 8 = 35295,94\text{N}$
F Longitudinal 6P	$4412,9925 \text{ N} * 6 = 26477,955\text{N}$
F lateral 2P	$4412,9925 * 2 = 8825,985\text{N}$

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3.5. Parte fija y fuerza aplicada en la deformación vertical.

El análisis vertical se realiza en el eje Y teniendo en cuenta su Fixed Support en el parte frontal y posterior de color azul. Véase en la ilustración 9-3.

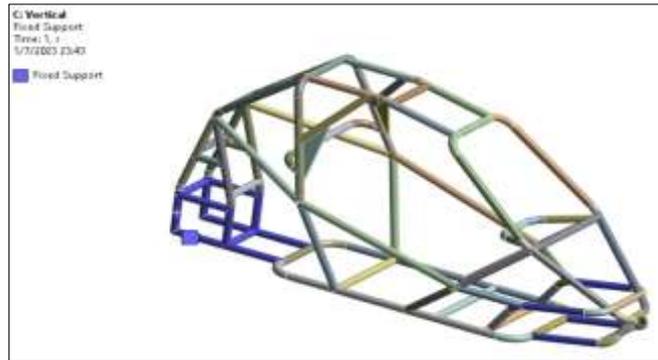


Ilustración 3-9: Fixed Support vertical.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

La fuerza aplicada es de 35296 N en el eje Y, se encuentra de color rojo, véase en la ilustración 10-3.

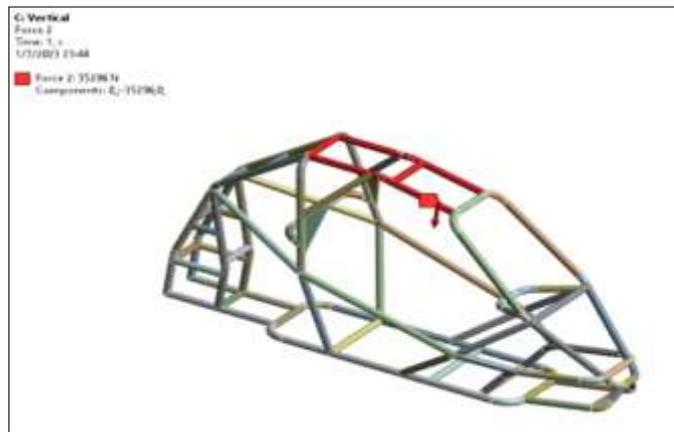


Ilustración 3-10: Fuerza vertical aplicada.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3.6. Parte fija y fuerza aplicada en la deformación longitudinal.

El análisis vertical se realiza en el eje X, teniendo en cuenta su Fixed Support en el parte posterior pintado de color azul. Véase en la ilustración 11-3.

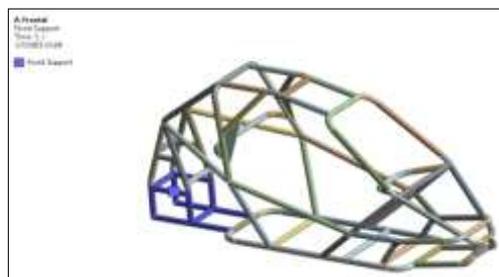


Ilustración 3-11: Fixed Support longitudinal.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

La fuerza aplicada es de 26478 N en el eje X, se encuentra de color rojo, véase en la ilustración 12-3.

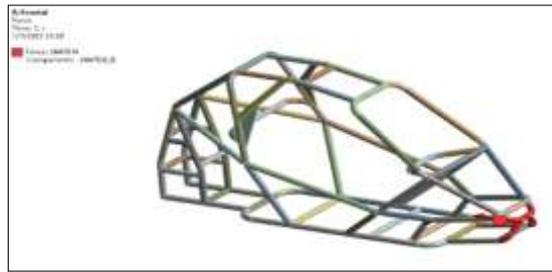


Ilustración 3-12: Fuerza aplicada longitudinal.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

3.4.3.7. Parte fija y fuerza aplicada en la deformación lateral.

El análisis vertical se realiza en el eje Z, teniendo en cuenta su Fixed Support en el parte frontal, media y posterior de un solo lado pintado de color azul. Véase en la ilustración 13-3.

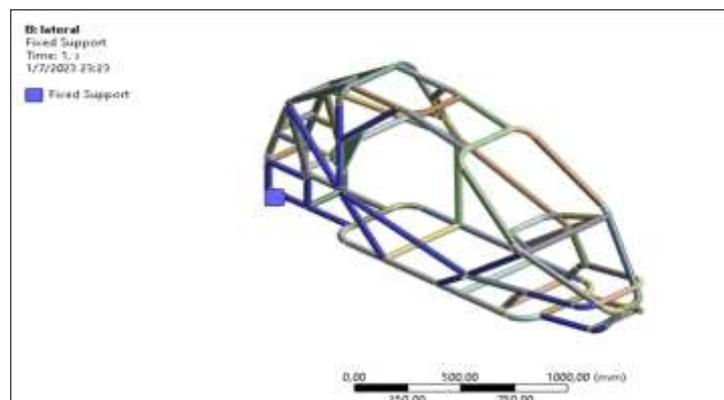


Ilustración 3-13: Fixed support lateral.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

La fuerza aplicada es de 8826 N en el eje Z, se encuentra de color rojo, véase en la ilustración.3-14.

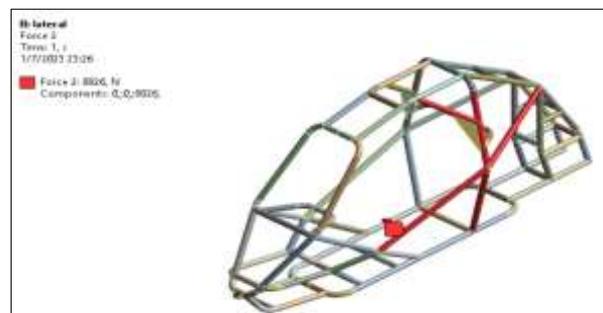


Ilustración 3-14: Fuerza aplicada lateral.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Introducción

En este capítulo se detallará el análisis FEA mediante el software Ansys, la modelación y simulación de la geometría del chasis del Kartcross que permitió realizar las distintas pruebas y obtener los resultados de deformación frontal, lateral y vertical con sus respectivas cargas y restricciones, también poder conocer sus factores de seguridad.

4.1.1. Simulación de Chasis

Las pruebas desarrolladas en el chasis del Kartcross fueron las siguientes:

- Deformación lateral.
- Deformación vertical.
- Deformación longitudinal.
- Esfuerzo de Von-Mises.
- Factor de seguridad. Véase en la tabla 1-4.

Tabla 4-1: Datos utilizados en la simulación.

DATOS COMUNES		
DATOS DEL MATERIAL		
ACERO ASTM-A36		
	Valor	Unidades
Módulo de elasticidad	200000	Mpa.
Límite elástico mínimo	250	Mpa
Límite de resistencia	400 - 550	Mpa.
DATOS DE LA GEOMETRÍA		
Espesor	2	
Diámetro interior	34.1	mm.
Diámetro exterior	38.1	mm.
Área	177.88	mm ²

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.1.1. Deformación vertical

- Carga aplicada: $F_x= 0\text{N}$, $F_y= -35296\text{N}$, $F_z= 0$.
- Punto de aplicación: parte superior del arco principal sobresalido.
- Condición de contorno: Desplazamiento fijo (x, y, z). Véase en la tabla 2-4.

Tabla 4-2: Datos aplicados a la prueba de deformación vertical.

DATOS APLICADOS A LA PRUEBA DE DEFORMACIÓN VERTICAL			
Fuerza			
Ubicación	parte superior del arco principal sobresalido		
Componentes			Unidades.
	x	0	N.
	y	-35296	N.
	z	0	N.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 15 se observa la deformación vertical en el eje Y dándonos como resultado una deformación de 0,65 mm como máximo.

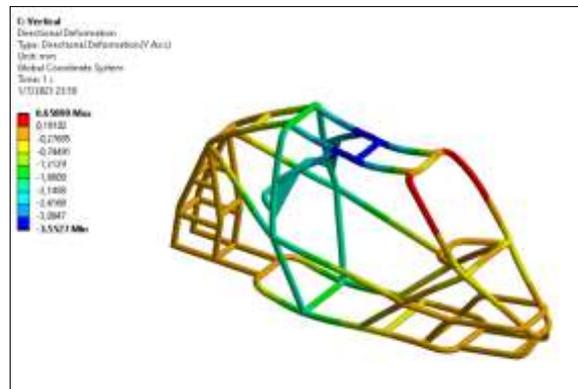


Ilustración 4-1: Deformación en el eje Y.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 2-4 se da el máximo esfuerzo de Von Mises obteniendo como resultado 358,99 Mpa.

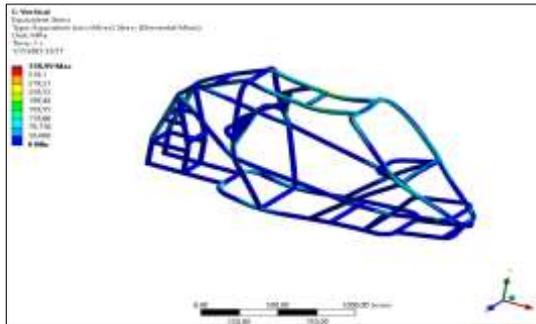


Ilustración 4-2: Esfuerzo de Von Mises.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 3-4 se observa un factor de seguridad de 3,95 como mínimo que se encuentra dentro de los parámetros de seguridad.

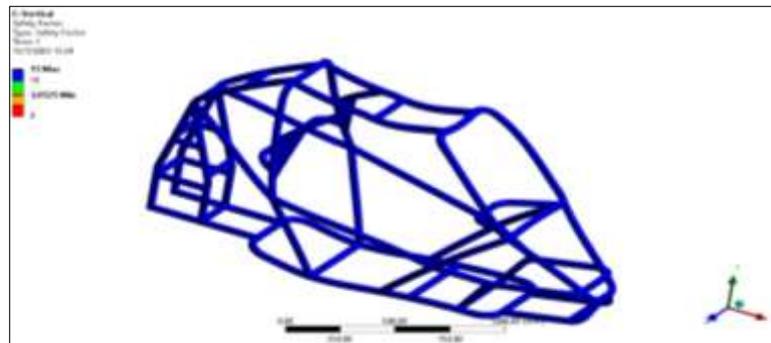


Ilustración 4-3: Factor de seguridad.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.1.2. Deformación longitudinal.

- Carga aplicada: $F_x = -26478$ N, $F_y = 0$, $F_z = 0$.
- Punto de aplicación: parte frontal sobresalida.
- Condición de contorno: Desplazamiento fijo (x, y, z). Véase en la tabla 3-4.

Tabla 4-3: Datos aplicados a la prueba de deformación longitudinal

DATOS APLICADOS A LA PRUEBA DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL			
Fuerza			
Ubicación	parte frontal sobresalida		
Componentes			Unidades.
	x	-26478	N.
	y	0	N.
	z	0	N.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 4-4 se observa la deformación longitudinal en el eje X dándonos como resultado una deformación de 3,51 mm como máximo.

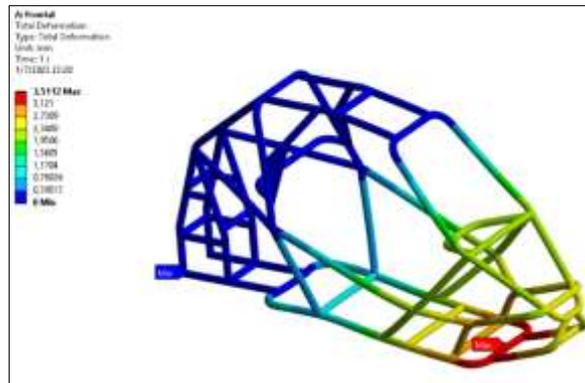


Ilustración 4-4: Deformación eje X.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 5-4 se da el máximo esfuerzo de Von Mises obteniendo como resultado 359,3 Mpa.

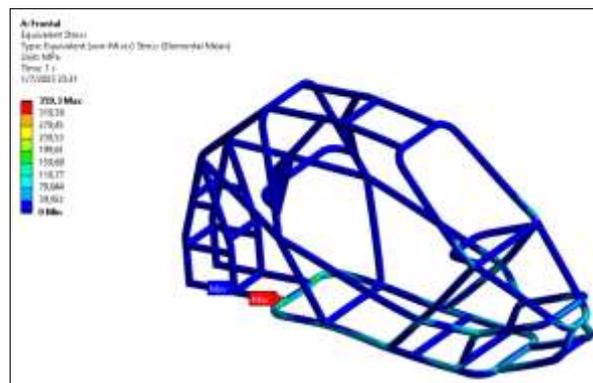


Ilustración 4-5: Esfuerzo de Von Mises longitudinal.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 6-4 se observa un factor de seguridad de 3,05 como mínimo que se encuentra dentro de los parámetros de seguridad

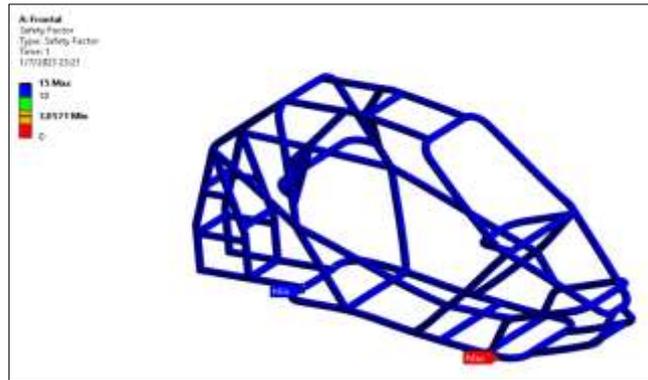


Ilustración 4-6: Factor de seguridad.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.1.3. Deformación lateral

- Carga aplicada: $F_x = 0$ N, $F_y = 0$, $F_z = 8826$.
- Punto de aplicación: parte lateral sobresalida.
- Condición de contorno: Desplazamiento fijo (x, y, z). Véase en la tabla 4-4.

Tabla 4-4: Datos aplicados a la prueba de deformación lateral.

DATOS APLICADOS A LA PRUEBA DE DEFORMACIÓN LATERAL			
Fuerza			
Ubicación	parte frontal sobresalida		
Componentes			Unidades.
	x	0	N.
	y	0	N.
	z	-8826	N.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 7-4 se observa la deformación lateral en el eje Z dándonos como resultado una deformación de 1,57 mm como máximo.

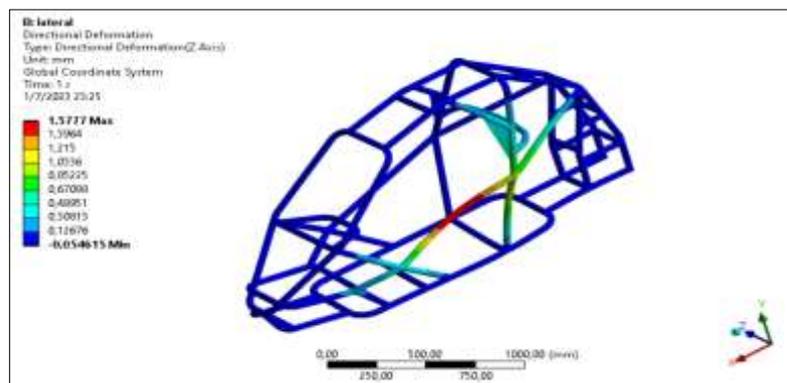


Ilustración 4-7: Deformación lateral.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 8-4 se da el máximo esfuerzo de Von Mises obteniendo como resultado 105,83 Mpa.

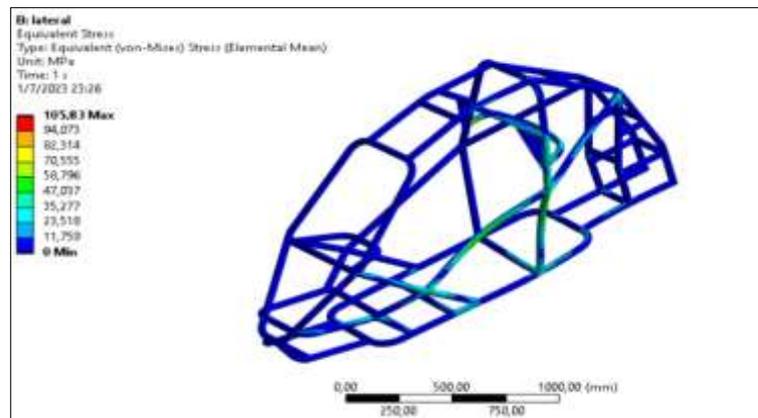


Ilustración 4-8: Esfuerzo de Von Mises lateral.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

En la ilustración 9-4 se observa un factor de seguridad de 8,60 como mínimo que se encuentra dentro de los parámetros de seguridad

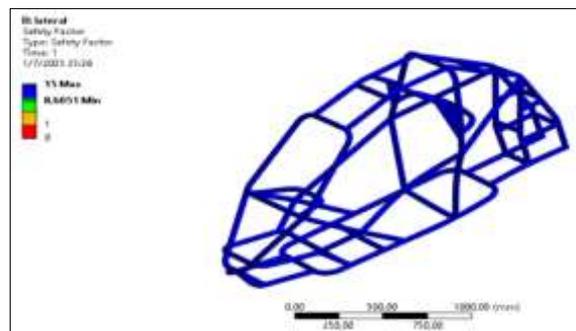


Ilustración 4-9: Factor de seguridad lateral.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.2. Montaje de los componentes del kartCross

4.1.2.1. Chasis

En la Ilustración 10-4 se muestra la construcción del chasis kartcross los mismos que fueron construidos mediante los planos, se soldó con un proceso SMAW.



Ilustración 4-10: Chasis construido.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.2.2. Motor

En la ilustración 11-4 se muestra el tipo de motor utilizado en el kartcross que es un modelo Suzuki GSX-750, que cumple con los reglamentos y normas establecidas para la utilización en estas competencias.



Ilustración 4-11: Motor Suzuki GSX-750.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.2.3. Sistema de suspensión

En la ilustración 12-4 se muestra el tipo de suspensión utilizada en el kartcross ya terminado, como se puede observar es una suspensión de tipo independiente a las cuatro ruedas, la parte delantera y trasera tiene suspensión con coilovers.



Ilustración 4-12: Suspensión delantera y trasera

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.2.4. Sistema de transmisión

En la ilustración 13-4 se muestra el tipo de transmisión utilizado en el kartcross ya terminado, para el sistema de transmisión se realizó mediante cadena en el cual posee el piñón de 16 dientes, la catalina de 54 dientes, poseyendo una relación de transmisión de 3.38, como se puede observar consta de una transmisión de toma constante de 6 velocidades.



Ilustración 4-13: Transmisión.

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

4.1.2.5. Sistema de frenos

En la ilustración 14-4 se muestra el tipo de frenos utilizados que es un sistema de frenos hidráulico con disco en la rueda posterior, este sistema se acciona mediante la transmisión de fuerza desde el pedal de freno, hasta el disco de freno que se encuentra en la parte posterior del vehículo y posee freno de disco en las dos ruedas delanteras, se realizó una adaptación, mordazas y pastillas del Chevrolet Matiz, disco de freno macizo del Suzuki Forza 2 y la bomba de freno de la Dmax.



Ilustración 4-14: Frenos

Realizado por: Albán Carlos, 2023.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El software SolidWorks fue una herramienta esencial para el diseño del chasis tubular. Gracias a esta aplicación, logramos dimensionar de manera precisa las diversas partes que conforman la estructura del chasis. Realizamos múltiples diseños con variaciones en la triangulación, y mediante el análisis realizado, obtuvimos un chasis resistente y liviano que cumple con todas las restricciones establecidas por la normativa. La versatilidad del software nos permitió iterar rápidamente en el diseño, garantizando que el chasis fuera rígido y eficiente en cuanto a su peso, lo que es fundamental para el rendimiento y seguridad del vehículo.

En el análisis de geometrías complejas, la calidad del mallado juega un papel fundamental para garantizar resultados precisos y confiables. Una malla fina, es decir, con un mayor número de elementos, proporciona mayor estabilidad y exactitud en los cálculos numéricos. Para lograr una malla adecuadamente refinada, se realizaron modificaciones en diversos parámetros de mallado con el objetivo de obtener una calidad superior al 80%. Al mejorar la calidad de la malla, se asegura una representación más precisa de la geometría del modelo y se minimizan las posibles imprecisiones asociadas a un mallado deficiente. Esto es esencial para obtener resultados de análisis más cercanos a la realidad y tomar decisiones fundamentadas en el diseño y comportamiento de sistemas ingenieriles complejos.

Los análisis conforme a la norma se llevaron a cabo mediante el empleo del software Ansys Workbench. Los resultados obtenidos demostraron una alta satisfacción, ya que en ninguno de los ensayos se excedió la deformación máxima de 50 mm, ni se superó el límite elástico del material de 585 MPa. La estructura mostró una capacidad notable para resistir diversos tipos de colisiones, sin que se exceda el límite elástico, lo que indica que el chasis no sufrirá deformaciones permanentes. En todos los análisis realizados, el factor de seguridad se sitúa por encima de 1, lo cual sugiere que el chasis exhibirá un buen rendimiento en cuanto a su capacidad estructural.

La construcción del chasis para el vehículo kartcross fue un proceso que requirió planificación, diseño, y atención en los detalles ya que tenía que proporcionar resistencia, rigidez y soporte para todos los componentes, se ejecutó una selección del material para la construcción como fue el acero ASTM-A36, se realizó un diseño personalizado que se ajustó a las necesidades y

configuraciones del chasis, se efectuó aspectos fundamentales para la seguridad, la integridad del chasis juega un papel crucial en la protección del conductor.

Se realizó un testeo, pruebas y ajustes en condiciones controladas, lo que permitió cumplir con las expectativas de rendimiento y seguridad planteadas, los ajustes necesarios se realizaron antes de que el vehículo esté listo para su uso en condiciones reales.

5.2. Recomendaciones

El software SolidWorks resultó ser una herramienta esencial en el proceso de diseño del chasis tubular. Gracias a esta aplicación, pudimos llevar a cabo un dimensionamiento preciso de las distintas partes que componen la estructura del chasis. Mediante la creación de diversos diseños con variaciones en la triangulación y la realización de análisis exhaustivos, conseguimos desarrollar un chasis resistente y ligero que cumple con todas las restricciones establecidas por la normativa. La versatilidad del software nos brindó la capacidad de iterar rápidamente en el diseño, asegurando así que el chasis fuera tanto rígido como eficiente en cuanto a su peso, cualidades fundamentales para el rendimiento y la seguridad del vehículo.

Se recomienda siempre utilizar un mallado fino para un mayor número de elementos que proporcionen estabilidad y exactitud.

Para la construcción de la estructura del kartcross se recomienda seleccionar bien el material, utilizar un proceso de soldadura y una persona certificada en dicho proceso, también revisar que exista las medidas de seguridad correspondientes al momento de ejecutar su construcción.

GLOSARIO

Asientos y arneses de seguridad: Los asientos deben ser ergonómicos y los arneses aseguran que los ocupantes estén sujetos al asiento de manera segura.

Carrocería: Cubierta exterior del kartcross que protege el chasis y los ocupantes del vehículo.

Categoría de Trepada de Montaña: Competición automovilística que implica el ascenso de vehículos a través de caminos de montaña sin pavimentar o carreteras cerradas.

Chasis: Estructura básica del kartcross que proporciona soporte y resistencia. Generalmente está hecho de acero, aleación de aluminio o materiales compuestos.

Extintor de incendios: Dispositivo para combatir incendios que debe estar presente en el kartcross según la normativa.

Frenos: Sistemas de frenado que pueden ser de disco o tambor, responsables de detener el vehículo de manera eficiente y segura.

Homologación: Proceso mediante el cual un kartcross debe cumplir con las regulaciones y estándares establecidos por la FIA para ser considerado apto para competir en eventos oficiales.

Inspección técnica: Evaluación del vehículo para asegurar el cumplimiento de todas las especificaciones de seguridad y rendimiento establecidas por la FIA.

Jaula antivuelco: Estructura de seguridad que protege a los ocupantes en caso de vuelco o impacto.

Kartcross: También conocido como autocross o buggy, es un vehículo todoterreno ligero y ágil diseñado para competir en pistas de tierra, grava o hierba.

Motor: Propulsor del kartcross que puede ser de combustión interna (motor de gasolina) o eléctrico.

Normativa FIA: La Fédération Internationale de l'Automobile (FIA) es el organismo internacional que establece las regulaciones y estándares para la seguridad y el rendimiento de los vehículos en competiciones automovilísticas.

Pesaje: Procedimiento de verificar que el kartcross cumpla con el peso mínimo permitido según la normativa.

Protecciones adicionales: Elementos que protegen el kartcross contra daños, como barras laterales y protectores de chasis.

Ruedas y neumáticos: Las ruedas proporcionan tracción y soporte, mientras que los neumáticos deben cumplir con las especificaciones de la normativa FIA para garantizar un rendimiento adecuado.

Sistema de escape: Componente que canaliza los gases de escape fuera del motor y que debe cumplir con los estándares de ruido establecidos por la normativa.

Suspensión: Conjunto de elementos que conectan las ruedas al chasis y absorben los impactos del terreno, mejorando la estabilidad y el manejo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALAMY.** Car cross section Imágenes De Stock. [En línea] 2023. <https://www.alamy.es/imagenes/car-cross-section.html?page=3&sortBy=relevant>.
2. **AMAZON.** Caja de velocidades Mophorn para Go Kart, reversa y avance 10T #40/41 12T #35, accesorios para Go Karts TAV2 30 40 41, motor 2HP-7HP, transmisión Local Honor, 3 modos de cambio, solo funciona con convertidor de par serie 30. [En línea] 2023. <https://www.amazon.com/-/es/velocidades-10T-12T-transmisi%C3%B3n-convertidor/dp/B07MYXXPQ2>.
3. **ARMAS ARTEAGA, Edison Yarosla & CASTILLO PAZMIÑO, Juan Carlos.** Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. [En línea] Enero de 2015. [Citado el: 31 de Abril de 2023.] <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9255>.
4. **BLOG, SEAS.** Sistema de piñón cremallera car Cross. [En línea] 2022. https://www.google.com/search?q=Sistema+de+pi%C3%B1%C3%B3n+cremallera+car+Cross&tbm=isch&ved=2ahUKEwi2uJPPypn_AhWWk4QIHRcdDF4Q2-cCegQIABAA&oq=Sistema+de+pi%C3%B1%C3%B3n+cremallera+car+Cross&gs_lcp=CgNpbWcQA1AAWkpQYNdaaABwAHgAgAHLAYgBwQuSAQYwLjEwLjGYAQCgAQ
5. **CASMAT MOTOR.** *Casmat motor*. [En línea] 2023. <https://www.casmatmotor.com/>.
6. **CISNEROS MOYA, Luis .** Universidad UTEC. *Repositorio digital*. [En línea] 29 de Marzo de 2018. [Citado el: 23 de Abril de 2020.] <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14124>.
7. **CROSS, KART.** Freno trasero Car Cross con doble pinza. [En línea] 2022. https://www.google.com/search?q=Freno+trasero+Car+Cross+con+doble+pinza&client=firefox-d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiV1I3gxp_nAhVWgoQIHSe6AysQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=643&dpr=1.
8. **DEMONCAR.** Pamplona : Universidad Pública de Navarra, 2014. Demoncar. [En línea] 2023. <http://www.demoncar.es/car-cross/>.

9. **FIA.** FIA. *Fia University*. [En línea] FIA, 2023. [Citado el: 22 de Abril de 2023.] <https://www.fia.com/es/organizacion>.
10. **FLORES Edison, GAMBOA Marcos.** repositorio espe. [En línea] 2020. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8768/1/AC-ESPEL-MAI-0467.pdf>.
11. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI , Roberto & MENDOZA TORRES, Christian Paulina.** *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico : McGRAW-HILL INTERAMERICANA , 2018.
12. **JOHNSON, R. L., & LEE, S.** *Mesh Quality Improvement Techniques for Finite Element Analysis in ANSYS*. (2018).
13. **KINCAR.** Bienvenido a kincar competición. [En línea] 2023. <https://www.kincar.es>.
14. **MARTINS , Andre.** <https://es.wikihow.com/construir-un-go-kart>. *Automóviles y otros vehículos go karts*. [En línea] Enero de 2020. [Citado el: 6 de Mayo de 2023.] <https://es.wikihow.com/construir-un-go-kart>.
15. **NEL QUEZADA , Lucio.** *Metodología de la Investigación*. Madrid : MARCOMBO, 2021.
16. **OFF-ROAD, CROSSKART.** Suspensión Car Cross. [En línea] 19 de Sep de 2020. https://www.google.com/search?q=Suspensi%C3%B3n+Car+Cross&tbm=isch&ved=2ahUKEWjGoMeiy5n_AhXAmoQIHdDaCpoQ2cCegQIABAA&oq=Suspensi%C3%B3n+Car+Cross&gs_lcp=CgNpbWcQA1CpC1ipC2CCFmgAcAB4AIABuQGIAa0CkgEDMC4ymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=RBx0ZMb.
17. **RUS ARIAS, Enrique.** economiapedia. *economiapedia*. [En línea] 1 de noviembre de 2020. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-documental.html>.
18. **SABELT.** Sabelt. [En línea] 2023. <http://www.sabelt.com>.
19. **SALAZAR , V.** *Diseño y Construcción de un Chasis Tubular de un Vehículo de competencia*. Cuenca : Polit{ecnica Salesiana , 2018.
20. **SILVER CAR ST2.** Silver Car ST2. *Ficha técnica*. [En línea] 2020. <https://silver-car.com/content/10-silver-car-st2>.

21. **SPARCO.** Sparco official logo. [En línea] 2023. <https://www.sparco-official.com/it/>.
22. **SPEEDCAR.** SPEED CAR XTREM. [En línea] 2023. <https://www.speed-car.com/xtrm.html>.
23. **TAMAYO, Mario & TAMAYO.** *El proceso de la investigación* . Mexico : LIMUSA, S.A DE CV , 2018.
24. **YACARCROSS.** Car cross. [En línea] 2023. <https://www.yacarcross.es/vehiculos/kartcross>.

ANEXOS

ANEXO A: REGLAMENTO TÉCNICO PARA KARTCROSS, APÉNDICE J, 2023.



REGLAMENTO TÉCNICO CAR-CROSS

ANEXO J

ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD

REQUISITOS PARA SU HOMOLOGACIÓN POR LA R.F.E. de A.

Para la homologación de una estructura de seguridad por la R.F.E. de A., se deberá presentar un diseño de acuerdo con la Normativa para la homologación de Estructuras de Seguridad ante la R.F.E. de A., en el que queden reflejadas las siguientes características:

1. El constructor del vehículo deberá homologar su estructura de seguridad ante la RFE de A. que estará compuesta exclusivamente por:

- Tubos de acero al carbono no aleado, soldados en frío, sin soldadura, con un contenido en carbono máximo de 0,22%. El diámetro interno de este tubo será de 30 mm y su espesor mínimo de 2mm.
- Deberá existir un arco de seguridad delantero y otro central vertidos por la parte superior. El diámetro interno de estos arcos será de 40mm y su espesor mínimo de 2mm.

2. En el diseño de homologación, deberá presentarse un estudio de resistencia de materiales firmado por un técnico cualificado colegiado, en el que se demuestre que dicha estructura resiste las siguientes sollicitaciones:

A) 2 veces su peso lateralmente (2P)

B) 2 veces su peso longitudinalmente en ambos sentidos (2P)

C) 2 veces su peso verticalmente (2P)

En dicho estudio, deberá tenerse en cuenta que P se deberá aumentar en 75 Kg. Dónde P el peso máximo del vehículo en condiciones de carrera.

En la totalidad de la estructura no se debe producir rotura, ni deformación plástica superior a los siguientes valores en función de las sollicitaciones de carga:

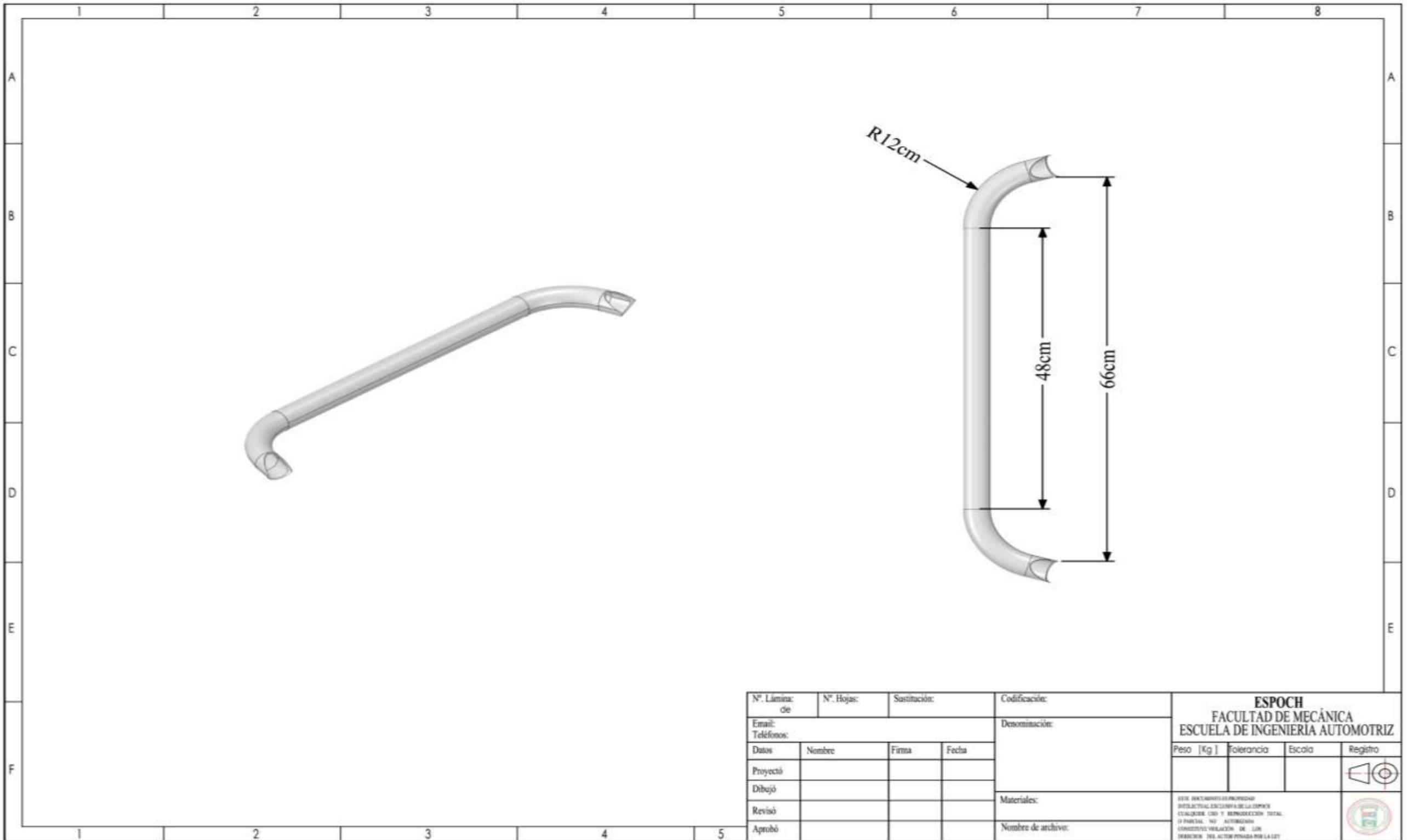
Caso A) 50 mm, medida bajo carga, a lo largo del eje de aplicación de la carga.

Caso B) 100 mm, medida bajo carga, a lo largo del eje de aplicación de la carga.

Caso C) 50 mm, medida bajo carga, a lo largo del eje de aplicación de la carga.

Dicho diseño deberá contener además, todos los puntos recogidos en la Normativa para la homologación de Estructuras de Seguridad ante la R.F.E. de A.

ANEXO B: PLANOS



N°. Lámina: de	N°. Hojas:	Sustitución:	Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ				
Email: Teléfonos:			Denominación:					Peso [Kg]
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: Nombre de archivo:				ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL ESCUELA DE LA ESPMEX EVALUACION Y REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSERVAREMOS VERACION DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PUNTO POR LA LEY
Proyectó								
Dibujó								
Revisó								
Aprobó								

1 2 3 4 5 6 7 8

A

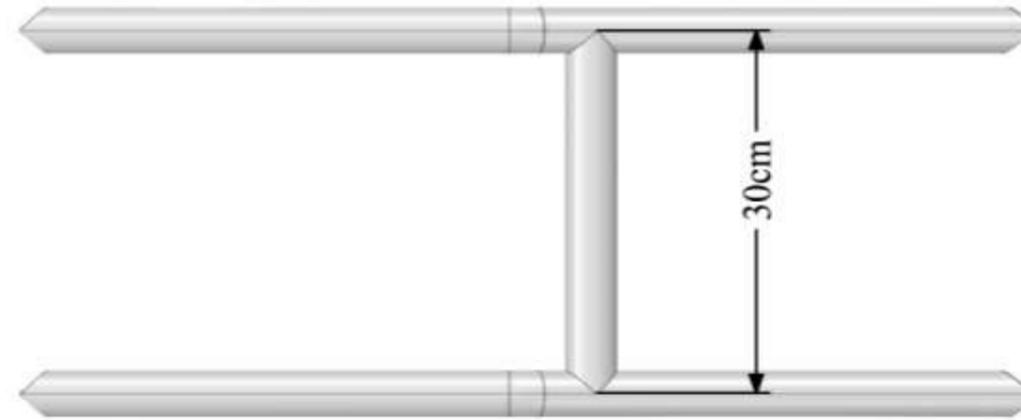
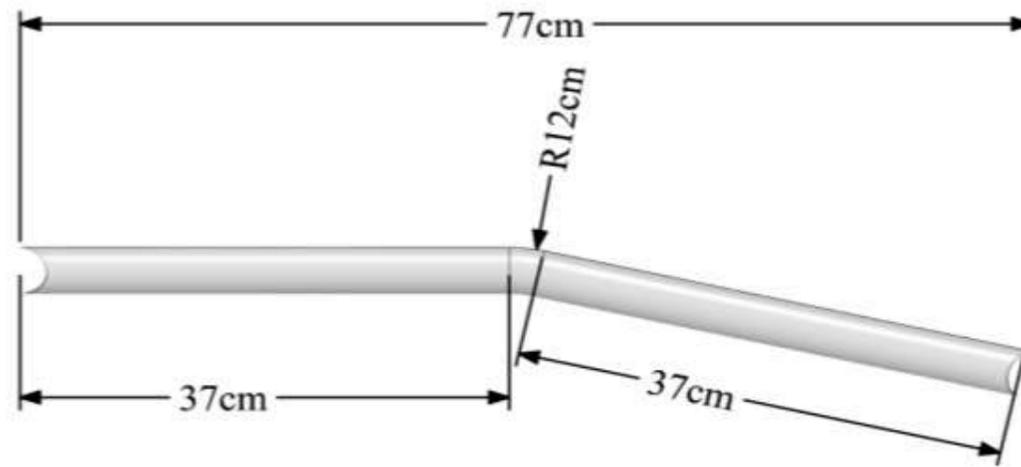
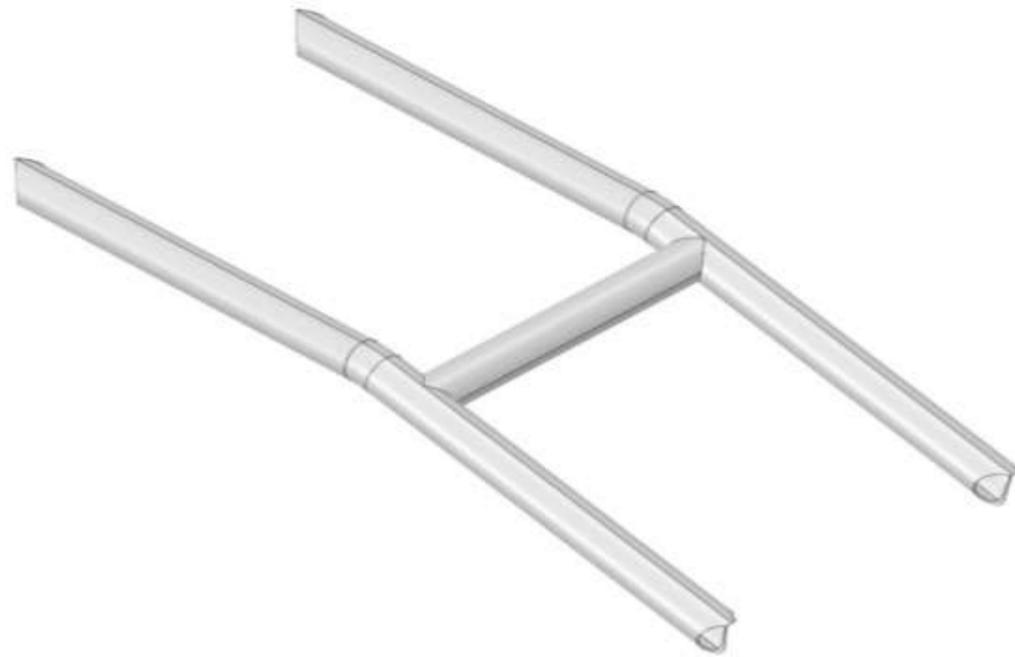
B

C

D

E

F



A

B

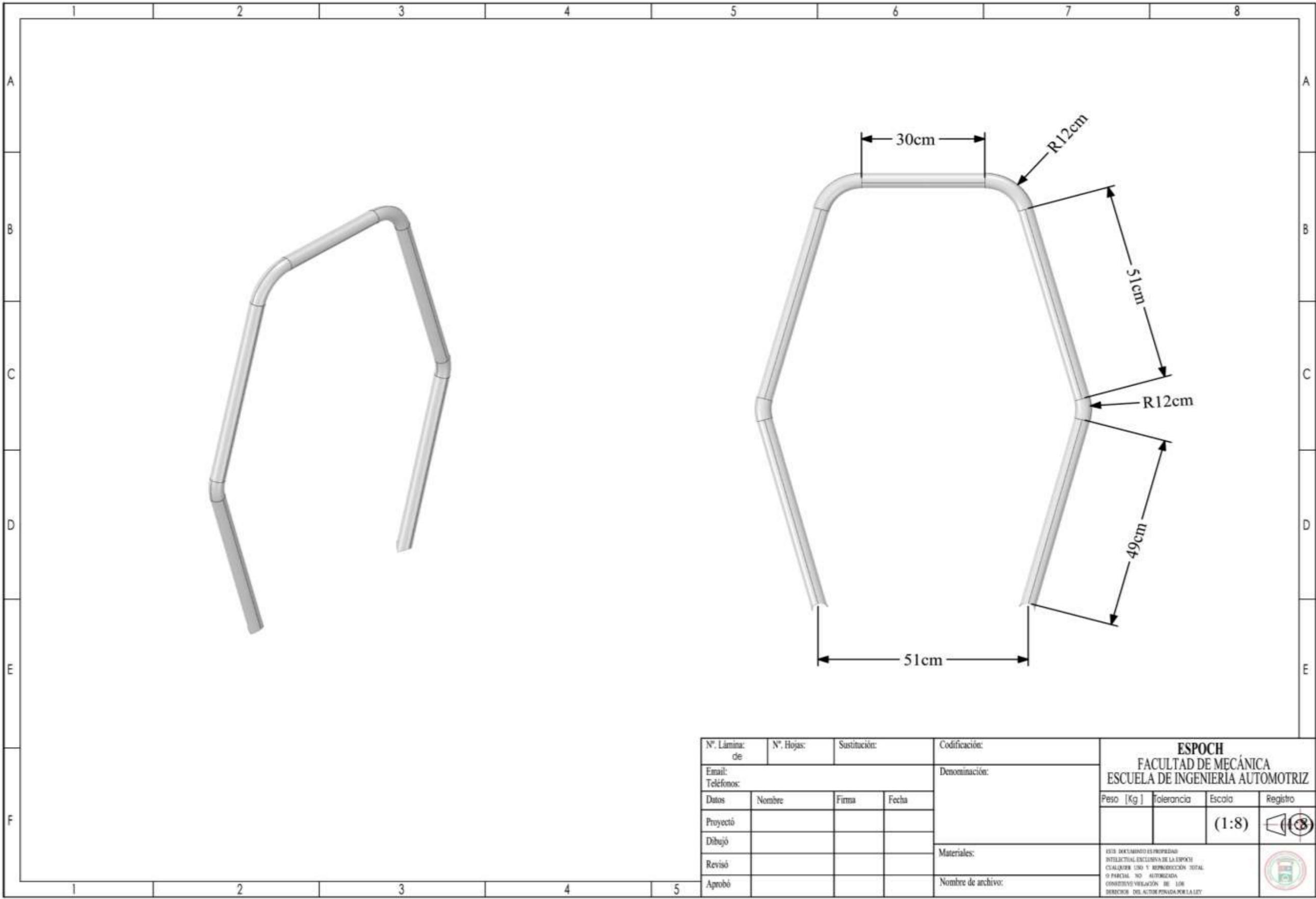
C

D

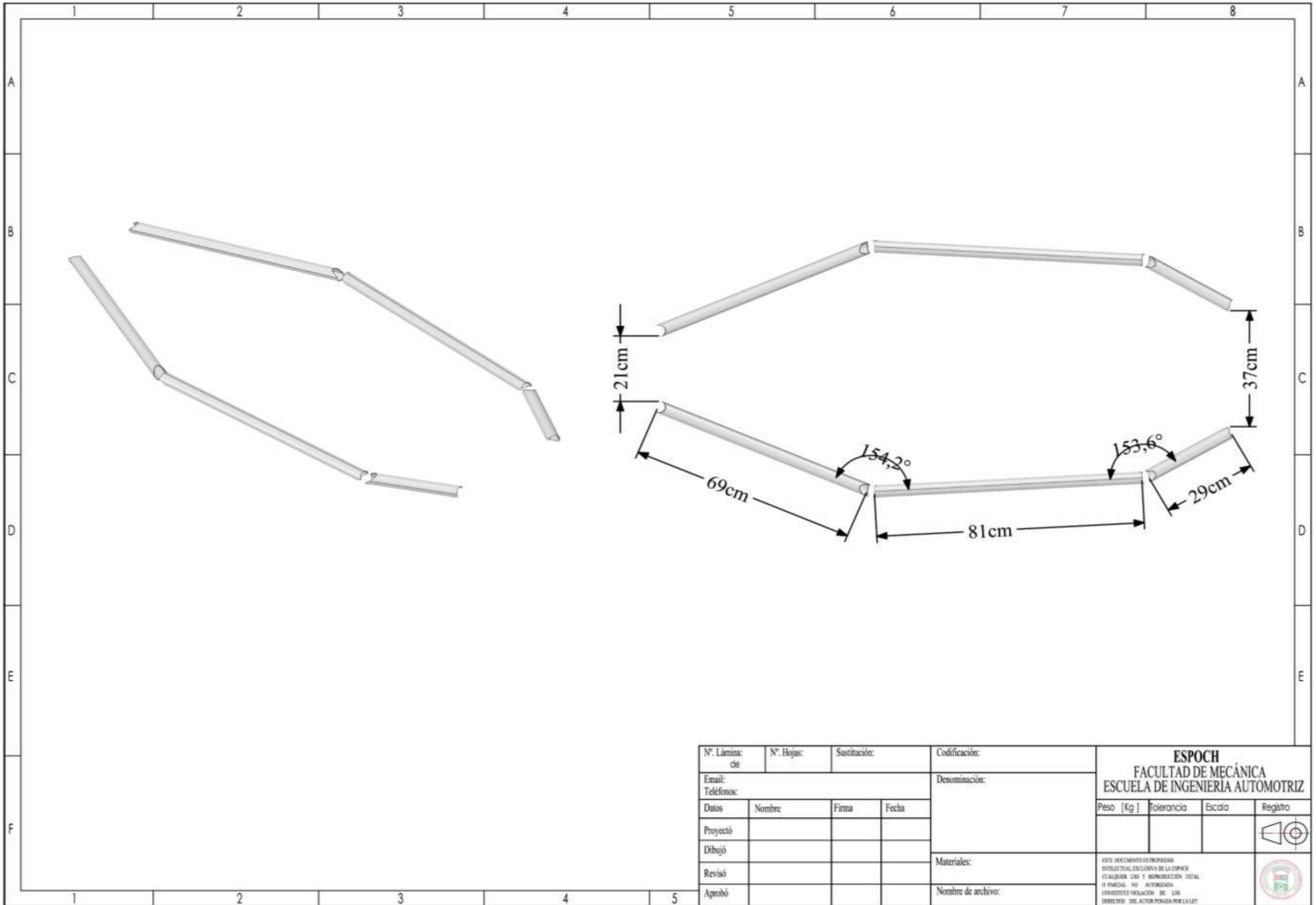
E

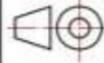
N.º Lámina: de	N.º Hojas:	Sustitución:		Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
Email: Teléfonos:				Denominación:				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: Nombre de archivo:				 
Proyectó								
Dibujó								
Revisó								
Aprobó				ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY				

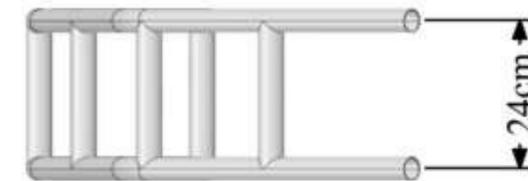
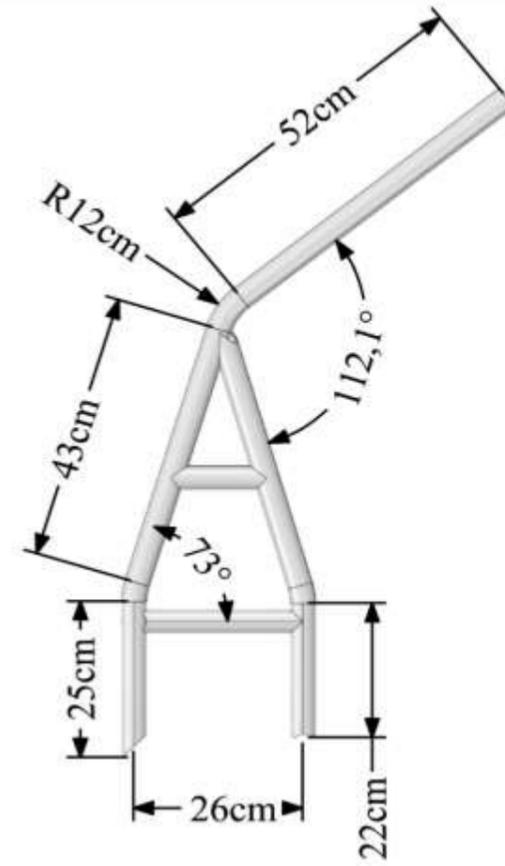
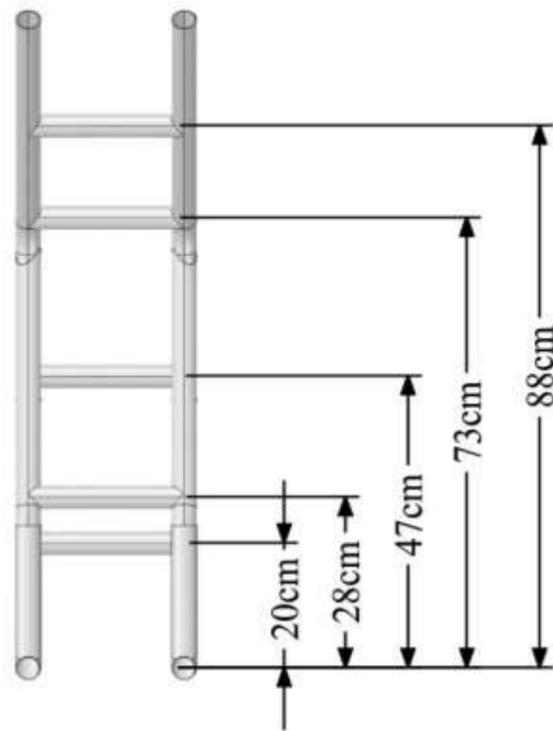
1 2 3 4 5



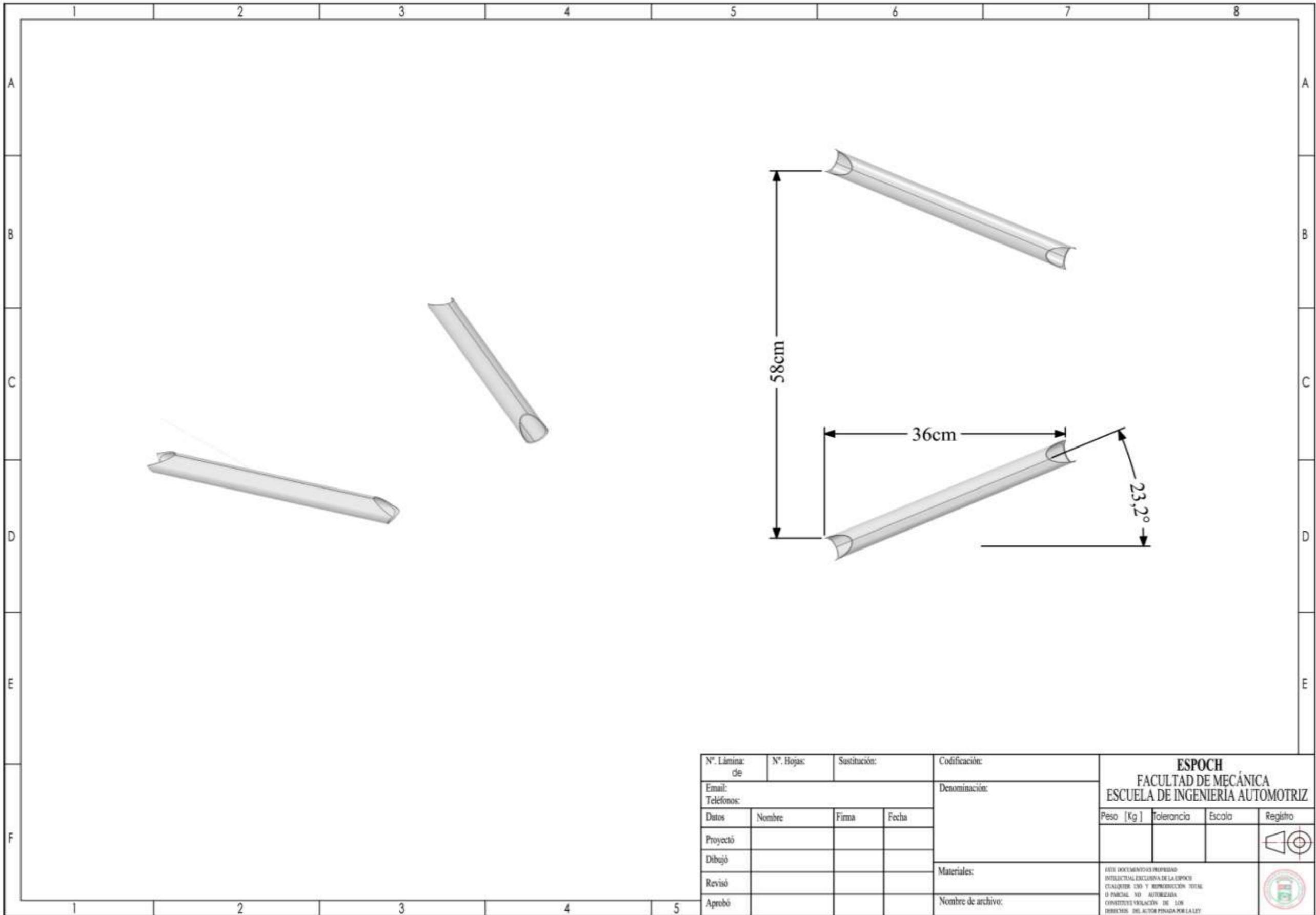
N° Lámina: de		N° Hojas:		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ					
Email:						Denominación:						Peso [Kg]	
Teléfonos:										Escala		Registro	
Datos	Nombre	Firma	Fecha							(1:8)			
Proyectó													
Dibujó													
Revisó													
Aprobó								Materiales:		<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY.</small>			
								Nombre de archivo:					



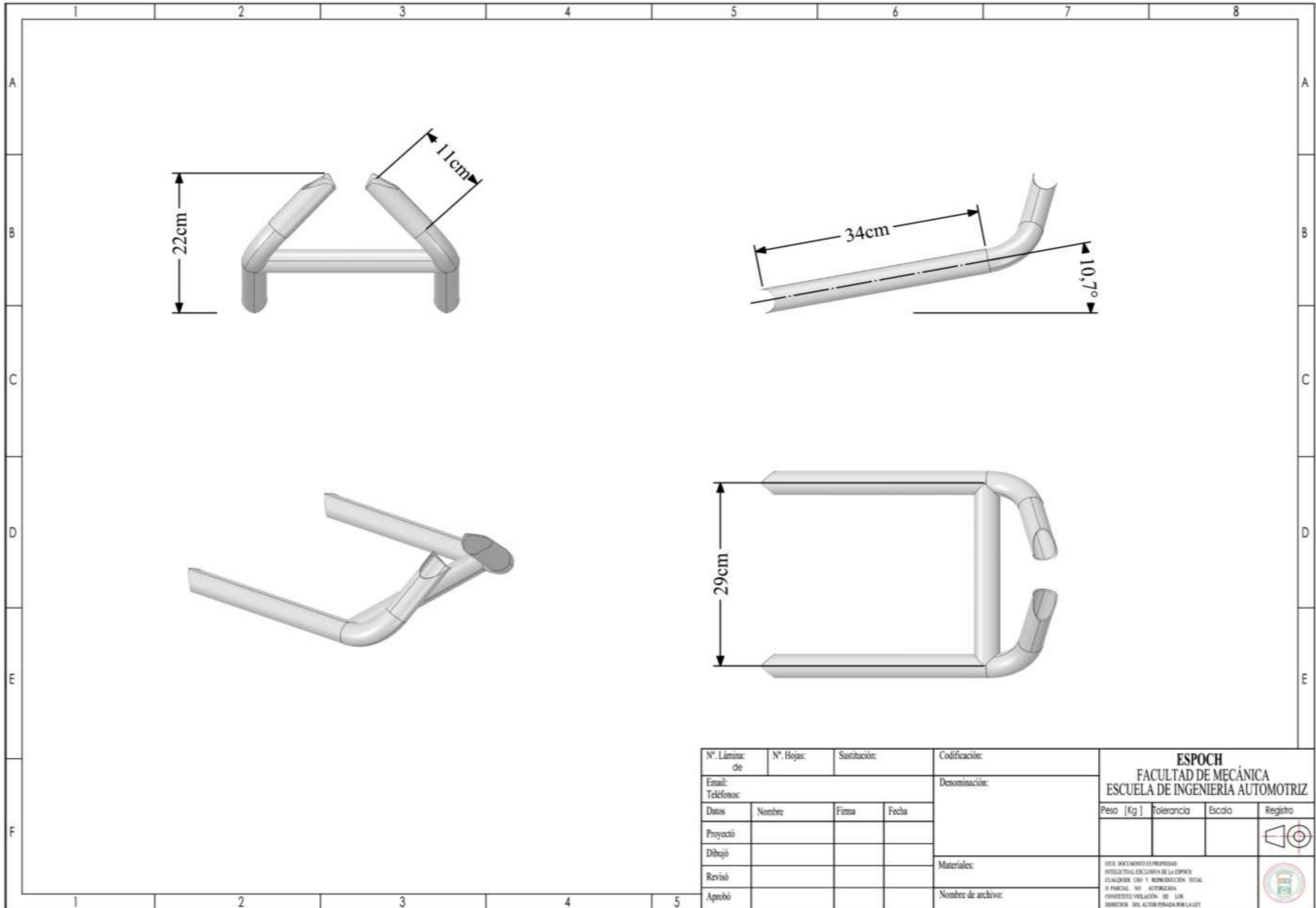
N.º Lámina: de		N.º Hojas:		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ			
Email:		Teléfonos:		Denominación:		Denominación:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Peso [Kg]		Tolerancia	Escala	Registro	 <small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY</small>		
Proyectó											
Dibujó											
Revisó											
Aprobó											
				Materiales:							
				Nombre de archivo:							



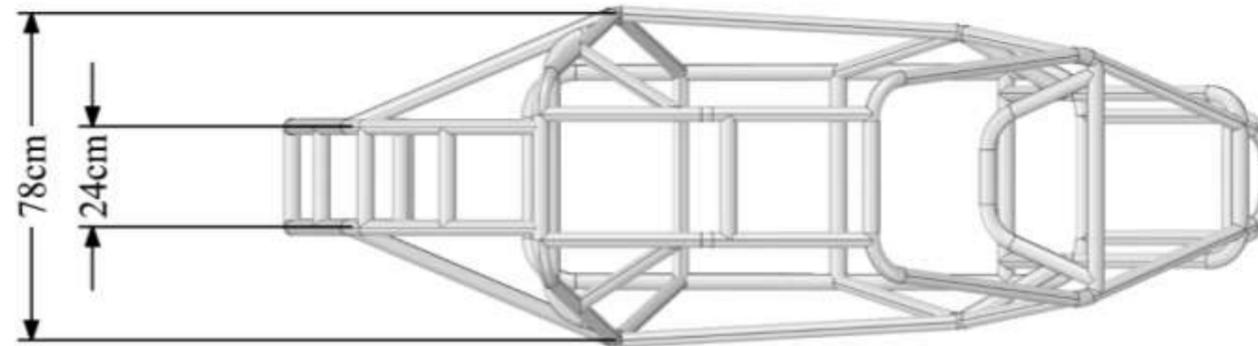
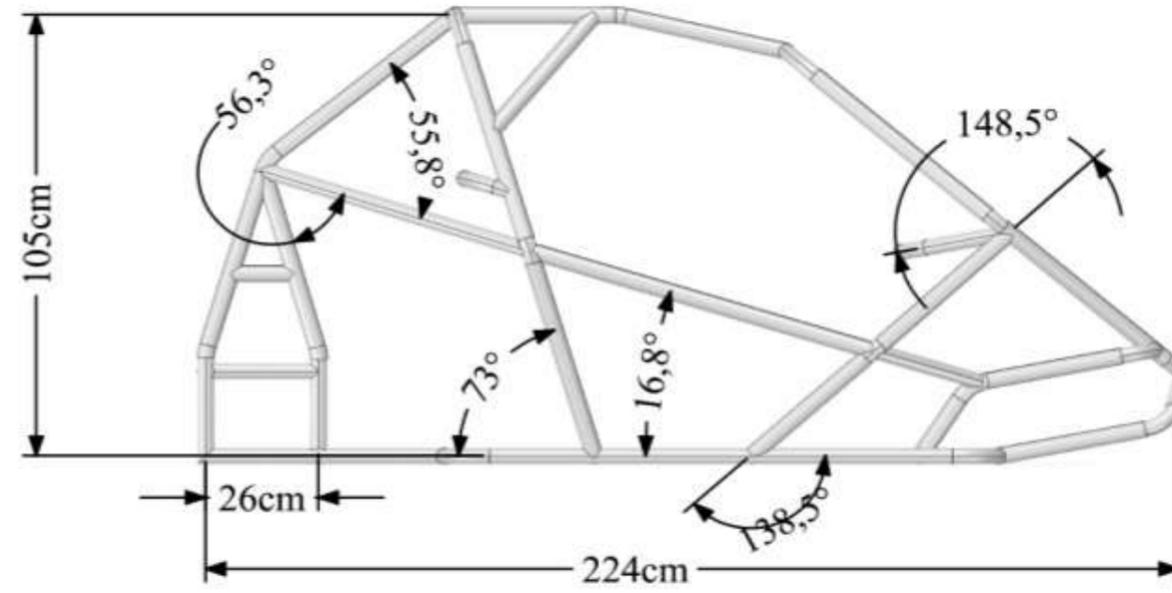
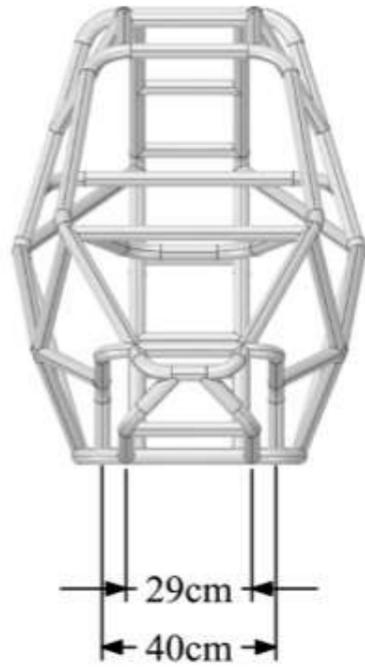
Nº. Lámina: de	Nº. Hojas:	Sustitución:		Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ			
Email: Teléfonos:				Denominación:				
Datos	Nombre	Firma	Fecha					
Proyectó								
Dibujó								
Revisó								
Aprobó				Materiales:				<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH CUALQUIER USO Y REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACION DE LOS DERECHOS DEL AUTOPENSADA POR LA LEY</small>
				Nombre de archivo:				



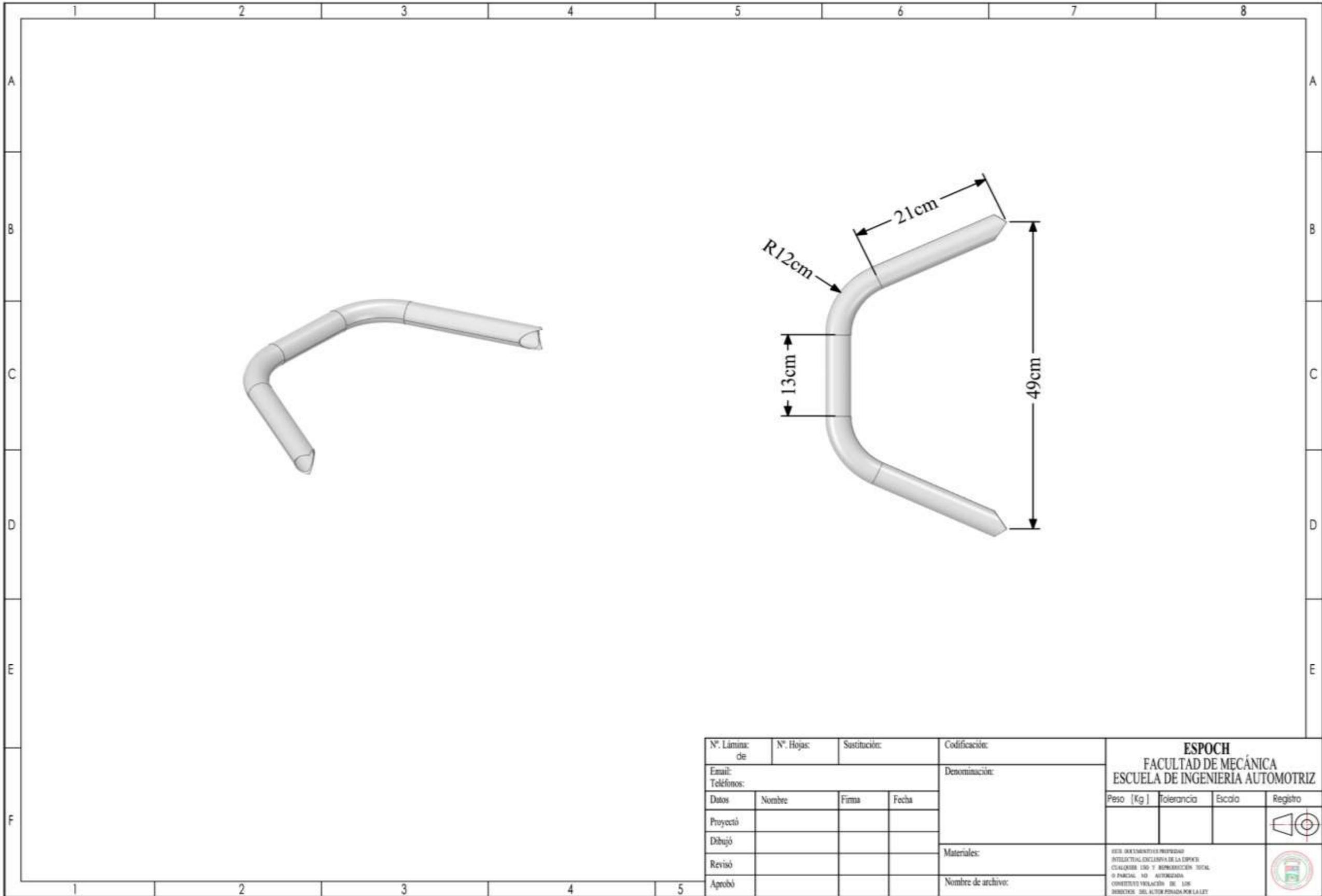
N°. Lámina: de		N°. Hojas:		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
Email:		Teléfonos:		Denominación:		Denominación:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:		Nombre de archivo:		<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PROTEGIDA POR LA LEY</small>			
Proyectó											
Dibujó											
Revisó											
Aprobó											



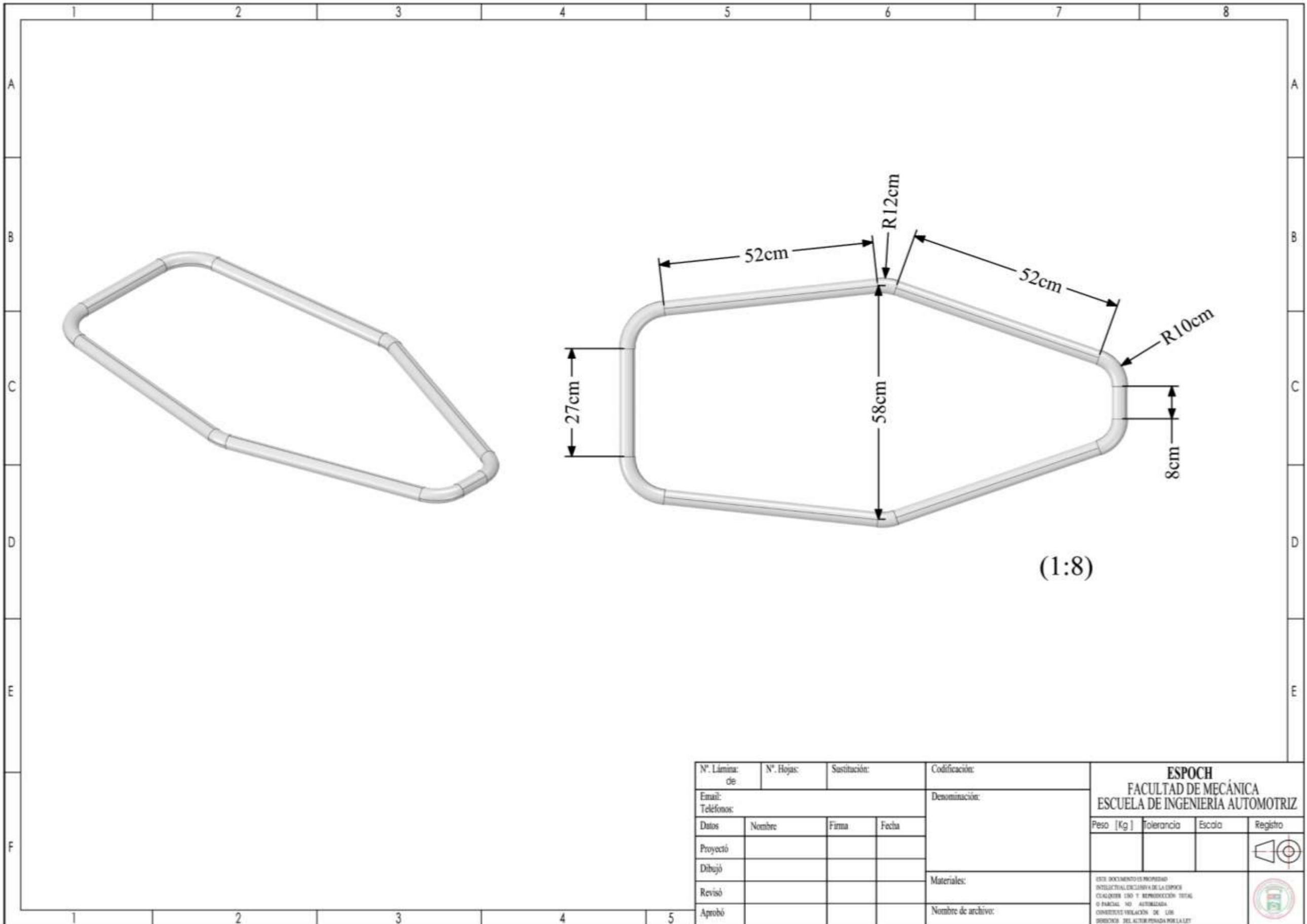
N.º Lámina: de	N.º Hojas:	Sustitución:	Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
Email: Teléfonos:			Denominación:				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LA LEY DE DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY.</small>			
Proyectó							
Dibujó							
Revisó							
Aprobó							
Materiales:							
Nombre de archivo:							



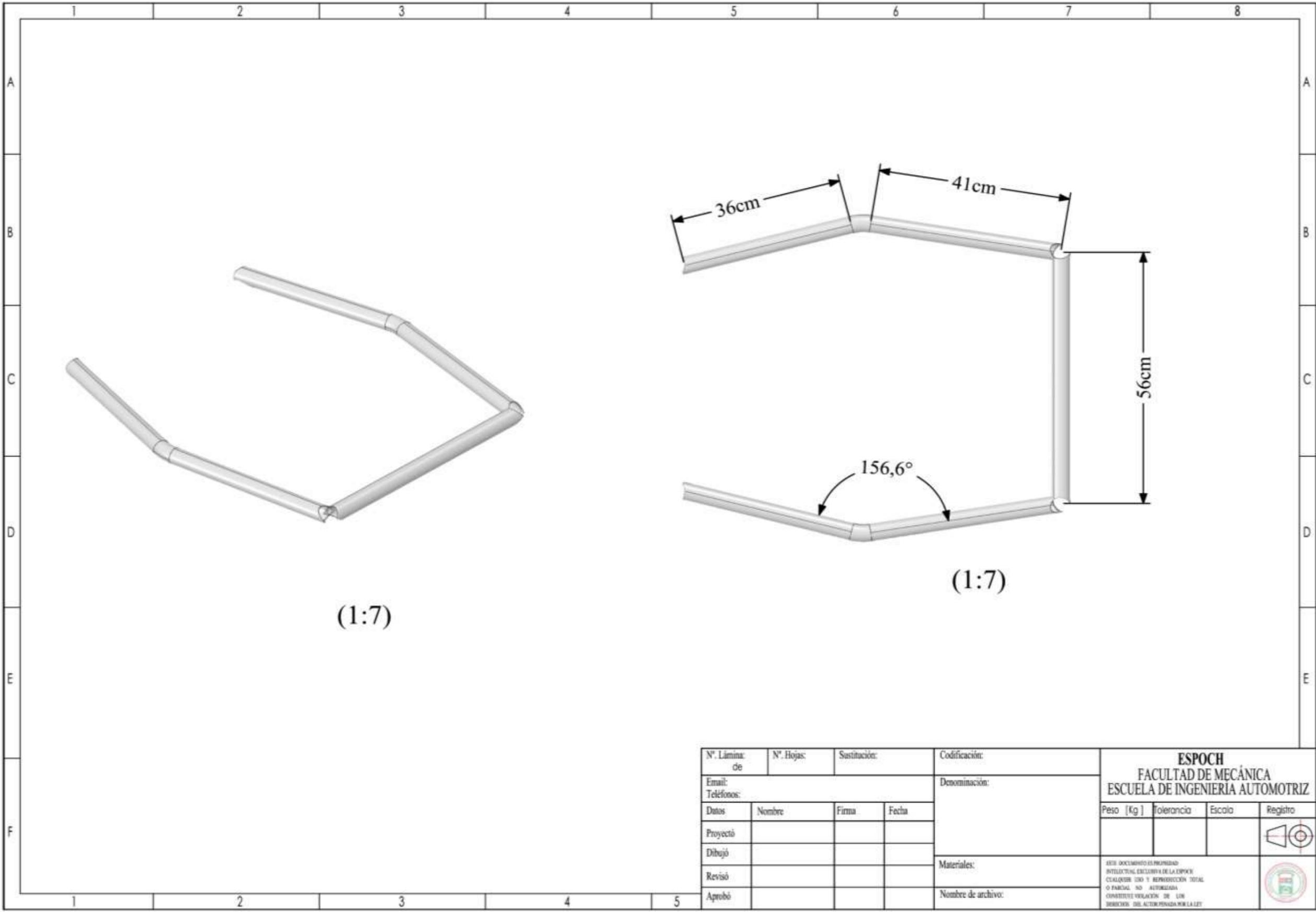
Nº. Lámina: de	Nº. Hojas:	Sustitución:		Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
Email: Teléfonos:				Denominación:				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: Nombre de archivo:				(1:15)
Proyectó								
Dibujó								
Revisó								
Aprobó				<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR FIRMADA POR LA LEY.</small>				



Nº. Lámina de	Nº. Hojas:	Sustitución:	Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ							
Email:		Denominación:						Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Datos	Nombre	Firma	Fecha	<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR PENADA POR LA LEY.</small>							
Proyectó											
Dibujó											
Revisó											
Aprobó											
Materiales:											
Nombre de archivo:											



N°. Lámina: de		N°. Hojas:		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ			
Email:		Teléfonos:		Denominación:		Denominación:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:		Nombre de archivo:		<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR REGISTRADA POR LA LEY.</small>			
Proyectó											
Dibujó											
Revisó											
Aprobó											



(1:7)

(1:7)

N° Lámina: de	N° Hojas:	Sustitución:		Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
Email: Teléfonos:				Denominación:				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: Nombre de archivo:				
Proyectó								
Dibujó								
Revisó								
Aprobó				<small>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL EXCLUSIVA DE LA ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR/PENADO EN LA LEY.</small>				

ANEXO C: CONSTRUCCIÓN



ANEXO D: TABLA DE TRANSMISIONES

Tabla de transmisiones

CORONAS													
pitones	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	8	2,75	2,88	3,00	3,13	3,25	3,38	3,50	3,63	3,75	3,88	4,00	4,13
9	2,44	2,56	2,67	2,78	2,89	3,00	3,11	3,22	3,33	3,44	3,56	3,67	3,78
10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40
11	2,00	2,09	2,18	2,27	2,36	2,45	2,55	2,64	2,73	2,82	2,91	3,00	3,09
12	1,83	1,92	2,00	2,08	2,17	2,25	2,33	2,42	2,50	2,58	2,67	2,75	2,83
13	1,69	1,77	1,85	1,92	2,00	2,08	2,15	2,23	2,31	2,38	2,46	2,54	2,62
14	1,57	1,64	1,71	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	2,14	2,21	2,29	2,36	2,43
15	1,47	1,53	1,60	1,67	1,73	1,80	1,87	1,93	2,00	2,07	2,13	2,20	2,27
16	1,38	1,44	1,50	1,56	1,63	1,69	1,75	1,81	1,88	1,94	2,00	2,06	2,13
17	1,29	1,35	1,41	1,47	1,53	1,59	1,65	1,71	1,76	1,82	1,88	1,94	2,00
18	1,22	1,28	1,33	1,39	1,44	1,50	1,56	1,61	1,67	1,72	1,78	1,83	1,89

CORONAS													
pitones	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
	8	4,38	4,50	4,63	4,75	4,88	5,00	5,13	5,25	5,38	5,50	5,63	5,75
9	3,89	4,00	4,11	4,22	4,33	4,44	4,56	4,67	4,78	4,89	5,00	5,11	5,22
10	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00	4,10	4,20	4,30	4,40	4,50	4,60	4,70
11	3,18	3,27	3,36	3,45	3,55	3,64	3,73	3,82	3,91	4,00	4,09	4,18	4,27
12	2,92	3,00	3,08	3,17	3,25	3,33	3,42	3,50	3,58	3,67	3,75	3,83	3,92
13	2,69	2,77	2,85	2,92	3,00	3,08	3,15	3,23	3,31	3,38	3,46	3,54	3,62
14	2,50	2,57	2,64	2,71	2,79	2,86	2,93	3,00	3,07	3,14	3,21	3,29	3,36
15	2,33	2,40	2,47	2,53	2,60	2,67	2,73	2,80	2,87	2,93	3,00	3,07	3,13
16	2,19	2,25	2,31	2,38	2,44	2,50	2,56	2,63	2,69	2,75	2,81	2,88	2,94
17	2,06	2,12	2,18	2,24	2,29	2,35	2,41	2,47	2,53	2,59	2,65	2,71	2,76
18	1,94	2,00	2,06	2,11	2,17	2,22	2,28	2,33	2,39	2,44	2,50	2,56	2,61

CORONAS													
pitones	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	8	6,00	6,13	6,25	6,38	6,50	6,63	6,75	6,88	7,00	5,00	4,90	4,80
9	5,33	5,44	5,56	5,67	5,78	5,89	6,00	6,11	6,22	5,63	5,51	5,40	5,29
10	4,80	4,90	5,00	5,10	5,20	5,30	5,40	5,50	5,60	6,25	6,12	6,00	5,88
11	4,36	4,45	4,55	4,64	4,73	4,82	4,91	5,00	5,09	6,88	6,73	6,60	6,47
12	4,00	4,08	4,17	4,25	4,33	4,42	4,50	4,58	4,67	7,50	7,35	7,20	7,06
13	3,69	3,77	3,85	3,92	4,00	4,08	4,15	4,23	4,31	8,13	7,96	7,80	7,65
14	3,43	3,50	3,57	3,64	3,71	3,79	3,86	3,93	4,00	8,75	8,57	8,40	8,24
15	3,20	3,27	3,33	3,40	3,47	3,53	3,60	3,67	3,73	9,38	9,18	9,00	8,82
16	3,00	3,06	3,13	3,19	3,25	3,31	3,38	3,44	3,50	10,00	9,80	9,60	9,41
17	2,82	2,88	2,94	3,00	3,06	3,12	3,18	3,24	3,29	10,63	10,41	10,20	10,00
18	2,67	2,72	2,78	2,83	2,89	2,94	3,00	3,06	3,11	11,25	11,02	10,80	10,59



CUANTO MAYOR ES EL FACTOR, MENOR VELOCIDAD FINAL Y MAYOR ARRANQUE
 CUANTO MENOR ES EL FACTOR, MAYOR VELOCIDAD FINAL Y MENOR ARRANQUE