



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROPUESTA DE DISEÑO Y FABRICACIÓN EN ECUADOR DE UN ASIENTO
DE CARRERAS PARA PILOTOS PROFESIONALES QUE CUMPLA CON LAS
NORMATIVAS IMPUESTAS POR LA FIA.

AUTOR

Juan Sebastián Villegas Chiriboga

AÑO

2019



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROPUESTA DE DISEÑO Y FABRICACIÓN EN ECUADOR DE UN ASIENTO
DE CARRERAS PARA PILOTOS PROFESIONALES QUE CUMPLA CON LAS
NORMATIVAS IMPUESTAS POR LA FIA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Licenciado en Diseño Gráfico
e Industrial

Profesor Guía

Mtr. Oscar Cuervo Monguí

Autor

Juan Sebastián Villegas Chiriboga

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, propuesta de diseño y fabricación en Ecuador de un asiento de carreras para pilotos profesionales que cumpla con las normativas impuestas por la FIA, a través de reuniones periódicas con el estudiante Juan Sebastián Villegas Chiriboga, en el semestre 201920, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Oscar Cuervo Monguí

Máster en Medio Ambiente y Desarrollo sustentable.

CI: 1758259681

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, propuesta de diseño y fabricación en Ecuador de un asiento de carreras para pilotos profesionales que cumpla con las normativas impuestas por la FIA, del estudiante Juan Sebastián Villegas Chiriboga, en el semestre 201920, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Paulina Jáuregui Iturralde
Máster en Diseño Industrial
CI. 1708506660

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Juan Sebastián Villegas Chiriboga

CI: 1715236731

RESUMEN

El proyecto que se ha desarrollado a continuación, hace referencia al proceso investigativo y la aplicación de metodologías de diseño que conforman el proceso de creación de un asiento para carreras de circuito que sea fabricado en Ecuador, que cuente con las características necesarias para optar por una homologación FIA 8855-1999 por parte de la Federación internacional de Automovilismo (FIA). PHOENIX es un asiento de carreras que nace de la necesidad de los pilotos de adquirir asientos de calidad para competencia a nivel nacional, debido a las falencias de seguridad de los productos de origen chino que se encuentran en el medio. Los principales objetivos de este proyecto son realizar el diagnóstico necesario para identificar los productos hallados a nivel nacional, crear una propuesta en base a técnicas de diseño, estudios de antropometría y ergonomía; para finalmente validar en contexto tanto la función como la forma del producto a través de un prototipo de escala 1:1 en un escenario real. El resultado final de este proyecto, y el posterior cumplimiento de las recomendaciones realizadas, traza el camino para una posterior homologación del producto.

ABSTRACT

The exposed project, makes reference to the investigation process and design methods applied, which make up the process for the creation of a racing seat made in Ecuador that has the characteristics to apply for a FIA 8855-1999 homologation, provided by the International Automobile Federation (FIA). PHOENIX is a racing seat that is born from the necessity of the local pilots to acquire quality racing seats, due to the lack of safety features in the racing seats found in the country that are mainly from Chinese fabrication. The main objectives for this project are: performing the necessary diagnosis and identification of the products found locally, creating a proposal based on studies of anthropometry and ergonomics and finally, validating the final design's form and function through the creation of a scale 1:1 prototype that allows the appropriate study of the bond between the user and the product, on a real scenario. The final outcome of this project, and the fulfillment of the recommendations provided, trace the path for a later homologation of the product.

INDICE

1. Formulación del problema.....	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos.....	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. Marco teórico.....	4
4.1. Antecedentes.....	4
4.1.1. Automovilismo y sus inicios.....	4
4.1.2. Automovilismo en Ecuador.....	5
4.1.3. Elementos de seguridad en carreras a nivel nacional.....	6
4.1.4. Asientos de carreras:.....	9
4.1.5. Piezas de fibra de carbono.....	11
4.1.6. Homologaciones de la FIA.....	14
4.1.6.1. Homologación FIA 8855-1999.....	15
4.1.6.2. Homologación FIA 8862-2009.....	18
4.2. Aspectos de referencia.....	25
4.2.1 Fabricantes internacionales de asientos de competencia.....	25
5. Aspectos normativos.....	29
5.1. Ergonomía para asientos de automóvil.....	29
6. Diseño metodológico.....	35
6.1. Productos personalizados.....	35

6.2 Adaptación del proceso genérico de desarrollo de producto a este proyecto.....	36
6.2.1 Etapa 1: Desarrollo del concepto:.....	37
6.1.2. Etapa dos: Desarrollo a nivel de sistemas:.....	37
6.2.3. Etapa tres: Diseño de detalle:.....	38
6.2.4. Etapa cuatro: <i>Pruebas y refinamiento</i> :.....	39
6.2.5. Tipo de investigación.....	39
6.2.6. Población.....	40
6.2.7. Muestra.....	40
6.3. Etapa 1 - Desarrollo del concepto:.....	41
6.3.1. Herramientas para la obtención de información primaria:.....	41
6.3.2. Análisis de la información obtenida.....	43
6.3.3. Cierre de diagnóstico/Hallazgos.....	47
6.3.4. Conclusiones de diagnóstico:.....	48
6.3.5. Benchmarking:.....	49
6.3.6. Conclusiones del benchmarking.....	60
6.3.7. Antropometría aplicada a esta propuesta.....	62
6.3.8. Brief de diseño.....	64
6.3.9. Necesidades interpretadas del usuario:.....	64
6.3.10. Determinantes de diseño.....	65
6.3.10.1. Seguridad.....	65
6.3.10.2. Producción/diseño industrial.....	66
6.3.10.3. Ergonomía/antropometría:.....	68
6.3.10.4. Estética/diseño/imágen:.....	69

6.3.10.5. Personalización.....	69
6.4. Etapa 2 - Desarrollo a nivel de sistemas:.....	70
6.4.1. Pruebas ergonómicas.....	70
6.4.2. Modelos ergonómicos 2d.....	71
6.4.3. Conclusiones de las pruebas con modelos 2d.....	74
6.4.4. Prototipo rápido en escala 1:1.....	75
6.4.5. Prototipo rápido nº 1.....	75
6.4.6. Hallazgos de la primera prueba.....	79
6.4.7. Prototipo rápido nº 2.....	81
6.4.8. Variables de diseño:.....	82
6.4.9. Validación del prototipo rápido en contexto.....	82
6.4.10. Hallazgos y conclusiones de la validación.....	84
6.5. Etapa 3: Diseño a detalle.....	85
6.5.1. Detalle de componentes.....	85
6.5.2. Diseño y modelado de componentes.....	88
6.5.2.1. Cuerpo / cáscara del asiento.....	89
6.5.2.2. Insertos para arneses de seguridad.....	96
6.5.2.3. Componentes de acolchonamiento.....	98
6.5.2.4. Montas de fijación al vehículo.....	106
6.5.2.5. Personalización estética de acabados.....	108
6.5.2.6. Variaciones de tela e hilo.....	108
6.5.2.7. Telas.....	108
6.5.2.8. Psicología del color.....	109
6.5.2.9. Variaciones de cromática para montas de fijación.....	114

6.5.2.10. Variaciones de cromática para insertos.....	116
6.5.3. Renders de producto ensamblado.....	118
6.5.4. Proceso de fabricación de un asiento en fibra de carbono.....	122
6.5.5. Planos técnicos.....	131
6.5.6. Costos de fabricación:.....	138
6.5.7. Punto de equilibrio y plan de producción.....	139
6.6. Etapa 4: Pruebas y refinamiento.....	140
6.6.1. Prototipo para validación en contexto.....	140
6.6.2. Validación del prototipo en contexto.....	146
6.6.3. Hallazgos de la validación.....	147
6.6.4. Conclusiones específicas de la validación.....	152
6.6.5. Cumplimiento de objetivos y satisfacción de necesidades.....	153
6.6.6. Nombre del proyecto.....	154
6.6.7. Tipografía.....	157
7. Conclusiones y recomendaciones:.....	160
7.1. Conclusiones generales de la investigación.....	160
7.2. Conclusiones generales del desarrollo de la propuesta.....	160
7.3. Conclusiones generales de la validación.....	161
7.4. Recomendaciones.....	162
REFERENCIAS.....	163
ANEXOS.....	166

1. Formulación del problema

En el año 2015 existió un cambio en el reglamento de la FEDAK (Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo), que es el organismo que se encarga de regular y planificar los eventos de competencia de automovilismo y *karting* que se realizan a nivel nacional. Las variaciones reglamentarias se realizaron específicamente en el anexo de seguridad en pista. Estas nuevas implementaciones de seguridad mínima exigen a los pilotos que incorporen a sus vehículos ciertos artículos o “partes” de seguridad adicional que otorguen al piloto un umbral extra de seguridad y protección en caso de un accidente.

Según los nuevos reglamentos y regulaciones de la FEDAK, cada coche que desee inscribirse en cualquier evento de automovilismo de circuito a nivel nacional deberá contar como mínimo con una media jaula anti-vuelco o “*roll-bar*”. También se requiere a los pilotos contar con ciertos elementos de seguridad básica como extintores, equipo de vestimenta para competición y el uso de arneses de seguridad de mínimo 4 puntos que se anclan a la jaula anti vuelco, y que funcionan con un asiento de especificaciones para competición.

El uso del asiento, aunque no se encuentra estipulado como obligatorio dentro del reglamento, es considerado casi una necesidad debido a que sus características de diseño ayudan al piloto a mantenerse fijo y estable en la posición deseada para conducir y evitan que este se desacomode al momento de realizar un giro en pista. Además, son el complemento para el correcto uso y funcionamiento de los arneses de seguridad que, al pasar por las ranuras designadas para los arneses en la estructura del asiento de competición puede asegurar que la sujeción y fijación del piloto al asiento serán las más eficaces, cosa que no se puede lograr con un asiento de automóvil de fábrica.

El reglamento vigente no indica a los pilotos cuál tipo de asiento es el necesario para competir, o si su asiento debe o no contar con una homologación otorgada por la FIA (Federación Internacional de Automovilismo). Esta situación deja una puerta abierta a varios escenarios posibles, entre los cuales destaca uno en particular. Los pilotos están adquiriendo asientos a nivel nacional cuya procedencia compromete la calidad del producto, de sus materiales, de su fabricación y por ende compromete la vida del piloto en el caso de un accidente.

El problema radica en que para muchas personas costear un asiento que cuente con una homologación real otorgada por la FIA resulta fuera de presupuesto, por factores como impuestos y trámites de importación. En la gran mayoría de casos, los usuarios adquieren un asiento sin verificar su procedencia, la resistencia ni la calidad de sus materiales y solamente se basan en el precio para adquirir elementos que, en alguna instancia dada, podrían salvar o no sus vidas.

Por experiencias dentro del ámbito nacional de competición, se ha podido evidenciar que muchos de los pilotos al no poder adquirir asientos homologados, han optado por productos fabricados en China. El diseño de estos productos se basa en réplicas de modelos existentes, sus materiales no son los adecuados y solo entran en nuestro mercado por sus precios accesibles. Se utiliza plástico de mala calidad o fibra de vidrio con polímeros de baja densidad, todo en vez de utilizar fibras o polímeros resistentes tal y como piden normativas internacionales u homologaciones.

2. Justificación

A través de este proyecto, se busca diseñar y fabricar un asiento deportivo para carreras de circuito con características de homologación a nivel nacional, que facilite su obtención en el medio y que se base en las normativas impuestas por la FIA en sus procesos de diseño y fabricación, creando un producto para competir con los demás asientos que se importan al país.

Es un tema que requiere de una solución adecuada debido a que los pilotos, motivados por sus ganas de competir, están enfrentándose a dos situaciones complejas:

- 1.- Adquirir equipo de importación homologado, accediendo con esto al pago de los costos de la pieza en su país de origen, los costos de la importación del asiento más aranceles y a ajustarse a un tiempo de espera indefinido hasta que se entregue el producto tras su salida de las aduanas nacionales.

2.- Adquirir equipo de importación de mala calidad, que debido a la motivación de los fabricantes de escatimar en todo costo terminan siendo más baratos, pero no cuentan con un estudio ergonómico en su proceso de diseño ni el uso de materiales de calidad en sus procesos de fabricación. Esto, al combinarse con el hecho de que los diseños son en su mayoría réplicas y no creaciones originales, resulta en un producto que inclusive tras ser importado, cuenta con un costo accesible pero que no cuenta con validez alguna al momento de proteger al usuario en un escenario de accidente debido a su mal proceso de fabricación.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar el diseño de un asiento deportivo para carreras de circuito a través de un estudio en base a metodologías, técnicas de diseño y fabricación y el uso de materiales de primera calidad que permita ofrecer a los pilotos un producto de calidad que sea diseñado y fabricado en el Ecuador.

3.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar cual es la calidad, el origen y las fallas latentes en el diseño y el funcionamiento de los asientos que existen en el ámbito nacional, tanto homologados como réplicas, a través de un análisis de las características del asiento en cuestión sumado a las necesidades y requerimientos de pilotos.
2. Crear una propuesta basada en estudios de ergonomía, materiales y diseño que represente una mejora significativa por sobre los asientos ya existentes a nivel nacional.
3. Validar el producto propuesto a través de la generación de un modelo de alta fidelidad o un prototipo que nos permita analizar la usabilidad del asiento en contexto. Es decir, que permita ubicarlo en la cabina de un automóvil y estudiarlo en el ámbito y espacio donde se desarrolla, con el fin de verificar su función y relación con el usuario y si resuelve las problemáticas identificadas.

4. Marco teórico

4.1. Antecedentes

4.1.1. Automovilismo y sus inicios

Las carreras automovilísticas son un deporte profesional y amateur que se practica alrededor del mundo en una amplia variedad de modalidades, tales como calle, pistas o circuitos cerrados. Incluye en sus modalidades más conocidas a las carreras Grand Prix, carreras en autódromos de velocidad, carreras de autos de producción en serie, carreras de autos de producción en serie modificados, carreras de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ milla, karting, rally, entre otras.

Varios organismos internacionales son los que rigen las carreras alrededor del mundo, entre los más notables tenemos a la FIA (Federación Internacional de Automovilismo) que es la encargada de generar los reglamentos y las categorizaciones para las diversas modalidades de carreras.

El automovilismo competitivo empezó poco después de la incorporación de la gasolina en los motores de combustión interna que aparecieron en la década de 1880. Irónicamente las carreras no empezaron como carreras sino como pruebas de fiabilidad para los nuevos vehículos que se empezaban a producir en la época. Carreras desde París a Rouen en Francia tenían trayectos de alrededor de 80km y se corrían a velocidades promedio de 16 km/h inicialmente. Al mismo tiempo, en Estados Unidos se empezaba a desarrollar el mismo ámbito automovilístico con carreras de Chicago a Evanston, Illinois en el día de acción de gracias.

Las competiciones anuales ganaron fuerza cuando James Gordon Bennet quien era dueño de un periódico local de Nueva York, ofreció un trofeo anual a disputarse en carreras para clubes automovilísticos de alrededor del país que habían desarrollado prototipos con partes y repuestos de varias partes del mundo. Después de la primera guerra mundial, el automovilismo con autos de producción tomó fuerza, ya que la categorización para prototipos empezó a estandarizar sus modelos para homogenizar las carreras.

A inicios de la década de 1930, con una industria automovilística que constantemente estaba desarrollándose y creciendo a pasos agigantados a nivel

mundial, se empezaron a organizar los primeros *Grand Prix* en Europa Occidental (Francia, Italia, Bélgica y Mónaco) con la participación de autos de serie, es decir que tenían un fabricante (marca) de un país en específico y un modelo asignado con una cierta cantidad de coches realizados para la venta al público en general. Con estos avances, se empieza a desarrollar el automovilismo de coches en serie a nivel mundial y, por ende, todos los temas relacionados con la seguridad de los pilotos.

(Enciclopedia británica, 2009)

4.1.2. Automovilismo en Ecuador

En nuestro país el automovilismo competitivo arranca su historia en la década de 1930, es decir, tuvimos un inicio que estuvo muy relativamente parejo con el del resto del mundo; dejando en claro que, desde sus inicios, el automovilismo ha sido parte de la historia del deporte ecuatoriano. Las primeras carreras empezaron como pruebas de resistencia mecánica y de habilidad de pilotos para cursar los complicados caminos que conectaban ciudades tales como Quito, Ambato, Riobamba, Guayaquil, Cuenca y Loja.

Con el pasar del tiempo nacen en el país los clubes automovilísticos en las ciudades más grandes del país, lo cual genera que el deporte tome un giro más serio y se empiezan a organizar cada vez más eventos tuercas alrededor de todo el Ecuador. Cuando ANETA (Automóvil Club Del Ecuador) organizó la primera vuelta a la república, el camino quedó trazado para que los demás clubes y posteriores organismos empiecen el alza del automovilismo que empezó en el país.

A partir de 1970 el automovilismo en Ecuador toma mucha más fuerza y protagonismo a nivel regional debido a la llegada al país de vehículos de mucha mejor especificación y preparación que dieron un realce bárbaro al automovilismo del ámbito nacional.

Con la llegada del siglo XX, el automovilismo en Ecuador perdió protagonismo y fuerza, la gente dejó de asistir a los eventos automovilísticos y los ex pilotos que se retiraron no dejaron un camino marcado para los nuevos potenciales pilotos. El alza de los precios de importación de vehículos y la dificultad de conseguir

partes de calidad fueron, entre varios, los causantes de la temporal “desaparición” del automovilismo en el país.

Hoy por hoy, se puede decir que en el país el automovilismo ha vuelto a retomar su camino y se dirige nuevamente hacia el protagonismo y los días de gloria como en aquellas décadas del 70 y 80. Actualmente más de 15 pilotos ecuatorianos disputan torneos profesionales de alto rendimiento a nivel mundial en diversas categorías que varían desde rally hasta la Fórmula 3, se organizan eventos competitivos regularmente a lo largo y ancho del país en modalidades como el campeonato nacional de circuitos, $\frac{1}{4}$ de milla, circuitos callejeros y cerrados, trepadas de montaña y demás y la acogida de los pilotos y el público expectante es cada vez mayor, a pesar de que hubo una reducción considerable de pilotos que dejaron de competir a raíz de la implementación del nuevo reglamento.

La actividad automovilística en el Ecuador está regida por la FEDAK (Federación Ecuatoriana De Automovilismo y Kartismo), que según su sitio oficial:

... es una organización estatal creada para controlar, reglamentar e incentivar el deporte automovilístico en el Ecuador, contando con la afiliación de clubes dispersos en todo el territorio nacional, los cuales comprenden diferentes modalidades como: Circuitos, Karting, 4x4, Rally, Autos Clásicos, entre otras.

(Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo [FEDAK], 2018)

4.1.3. Elementos de seguridad en carreras a nivel nacional.

En la página web oficial de la FEDAK se encuentra el reglamento general que rige para todos los eventos automovilísticos y diferentes categorías y modalidades. Cada categoría, evento o modalidad de competencia organizada por un club asociado u apéndice del organismo, cuenta con su reglamento y requerimientos propios, previamente revisado y aprobado por el organismo principal que es la FEDAK. Después de realizar un extracto, y basándose en el reglamento interno en particular de los eventos del campeonato nacional de

circuitos del Ecuador, se enlistan a continuación los elementos de seguridad que se requieren para competir.

Extintidor: Deberá contar con un peso mínimo de dos kilogramos con los repartidores de cañería hacia el motor y hacia el piloto. Se deberá señalar en el vehículo el lugar donde está el botón de accionamiento con una letra E de color rojo sobre un círculo blanco y una flecha que indique su ubicación.

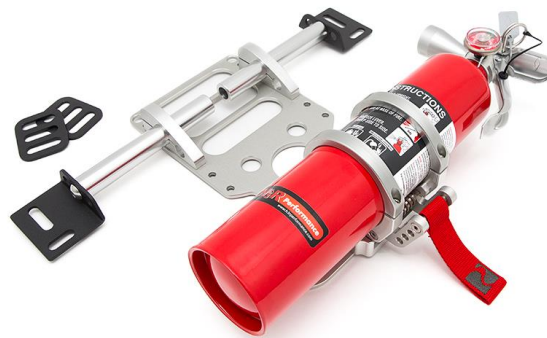


Figura 1. Extintor para vehículos de carreras.

Tomado de: Rennline s.f.

Cinturones de seguridad: Deben contar con al menos 4 puntos de anclaje, ser de tipo arnés y homologados. **NORMATIVA DE LA FIA, SFI o SNEL.**



Figura 2. Arnés de seguridad de 5 puntos.

Tomado de: Msar s.f.

Casco: Homologado. NORMATIVA DE LA FIA, SFI o SNELL.



Figura 3. Casco con homologación.

Tomado de: pegasusautoracing s.f.



Figura 4. Media jaula de seguridad.

Tomado de: Studio RSR s.f.

½ Jaula de seguridad (1/2 roll-bar): Las medias jaulas son obligatorias para todos los coches y pilotos que deseen ser admitidos en los eventos de *RaceDay* Ecuador, cuyo propósito es proteger al piloto. Deberán ser fabricadas siguiendo disposiciones mínimas de seguridad:

Material: Debe estar fabricado con un acero estructural que cuente con un espesor mínimo de 2 mm. El arco central deberá tener un diámetro mínimo de 1-7/8" pulgadas.

Instalación: La ½ jaula de seguridad deberá tener como mínimo 4 anclajes de fijación al piso con platinas de fijación que tengan un espesor mínimo de 3 mm y con al menos 3 pernos de fijación al fondo del coche por cada platina. Todos los pernos de la jaula deberán ser de acero grado 8 como mínimo y todas las tuercas de sujeción deberán ser tuercas de seguridad.

En el arco central de la jaula deberá tener un orificio de 4 mm de diámetro en uno de los costados del mismo, con la finalidad de permitir verificar el espesor del material.

4.1.4. Asientos de carreras:

Los asientos deportivos para competencia son elementos de seguridad que, aunque en el Ecuador no son mandatorios para este tipo de carreras, se deberían considerar seriamente al momento de equipar un coche para carreras. El asiento es el primer elemento de seguridad que se encuentra en contacto con el piloto y que le brinda seguridad de primer nivel, en conjunto con los arneses de seguridad.

El asiento es el encargado de brindar el apoyo y sujeción al piloto, su función en carrera es ayudar a mantener al piloto fijo, cómodo y estable ante las fuerzas G que se experimentan en pista y que podrían causar un desplazamiento corporal involuntario debido a la inercia del movimiento del vehículo durante la carrera. De igual manera, aportan en medida de seguridad en el caso de un accidente al mantener al piloto en una posición fija independientemente del movimiento del coche en caso de volcamiento o impacto, evitando y limitando los movimientos bruscos involuntarios de la cabeza, cuello y extremidades del usuario.

Sin duda, al momento de encontrarse en la etapa de diseño de un asiento de carreras se deben considerar una variedad de factores. Estos factores deben ser definidos y solucionados de la manera más explícita posible, ya que en una etapa posterior serán determinantes para el acoplamiento, aplicación, funcionamiento adecuado y uso continuo del producto en un contexto real con el usuario. Entre los principales elementos a considerar tenemos:

- Las actividades y movimientos que debe realizar el piloto al momento de conducir en una carrera, tales como girar sus brazos para accionar el volante, realizar los cambios de marcha y lo que esto implica, utilizar el freno de emergencia, acceder a los comandos del panel o salir del auto lo más pronto posible en caso de un incendio. Todo esto en función de diseñar un asiento que no limite o impida la movilidad requerida para alguna de estas actividades.
- Los movimientos voluntarios del usuario como resultado de la inercia y las fuerzas que se aplican al auto al momento de competir; tales como el desplazamiento lateral del usuario de su posición, el movimiento o

desplazamiento de la cabeza al momento de recibir el impacto de las fuerzas G en las curvas del circuito.

- Los movimientos involuntarios que podrían producirse en caso de producirse un impacto o un volcamiento al momento de competir, tales como el movimiento brusco no deseado del cuello al momento de volcarse un vehículo, el desplazamiento tanto lateral como longitudinal del usuario de su posición natural en el caso del mismo escenario, entre otros.
- La comodidad que debe sentir el piloto al momento de sentarse y utilizar el asiento durante el tiempo aproximado de carrera que generalmente oscila entre los 20 y 30 minutos dependiendo de la instancia y la categoría del vehículo.
- La cantidad de puntos que tiene el arnés del piloto, con el fin de diseñar las ranuras en el asiento acorde a este número en específico, aunque generalmente los asientos son diseñados para soportar arneses de hasta 6 puntos.
- El asiento está compuesto por tres componentes principales, la cáscara o cuerpo del asiento (1), las montas de fijación al vehículo (2), y los elementos de material absorbente de energía (3 - acolchonamiento).



Figura 5. Asiento de carreras de homologación vigente 8862-2009.

Adaptado de Racetech s.f.

4.1.5. Piezas de fibra de carbono

El polímero reforzado con fibra de carbono o *Carbon-fiber-reinforced polymer* (CFRP) - también conocido como fibra de carbono laminada, es el material de nueva generación para generar autos más ligeros, eficientes y seguros. La fibra de carbono laminada es extremadamente dura, resistente y sólida debido a su naturaleza entrelazada; se trenzan las fibras de carbono laminado y se procede a juntarlas mediante un polímero de endurecimiento progresivo como es la resina epoxi.



Figura 6. Capó de fibra de carbono.

Tomado de Livescience, 2016.

Debido a que las fibras son enteramente de carbono, su densidad es de solamente 1.6 gramos por centímetro cuadrado (1.6 gr/cc) las láminas terminan teniendo una densidad de 1.3 gr/cc a 1.5 gr/CC.

Su proceso de fabricación es complejo y requiere trabajo manual o maquinaria robótica que tiene un costo muy elevado, lo cual de ambas maneras resulta en un costo de producción más elevado. Aparte de esto, la resina epoxi necesita de alrededor de 24 a 72 horas para solidificarse dependiendo de la densidad y cantidad de polímero empleado, también resultando en un costo y tiempo de producción más altos.

Aunque estos dos factores son temas a considerarse, la contraparte viene en forma de eficiencia en peso y resistencia. La densidad del acero se encuentra en 7.8 gr/cc, y aunque la fibra de carbono tiene una resistencia ligeramente más elevada, tiene 1/5 de su peso. La densidad de la fibra de carbono es tan baja, que inclusive le gana por poco al metal estructural más ligero que es el magnesio, que tiene una densidad de 1.78 gr/CC.



Figura 7. Piezas de interior de fibra de carbono

Tomado de Livescience, 2016.

Sin duda alguna, los autos de alta gama o de competición utilizan la fibra de carbono endurecida con resina para alcanzar las metas de rendimiento de velocidades finales más elevadas, aceleración en menor tiempo e inclusive extender la vida de la batería de un auto eléctrico debido a una carga de peso reducida.



Figura 8. Retrovisor de fibra de carbono.

Tomado de Livescience, 2016.

Además de todo esto, la atractiva apariencia de la fibra de carbono en conjunto con la fascinación del público en general por este material de tantas prestaciones, ha conllevado a la producción de muchas piezas estéticas hechas de este compuesto. De hecho, la fibra de carbono ha logrado imponerse hasta el punto de llegar a ser un estándar dentro de las gamas automotrices más altas.



Figura 9. Volante de fibra de carbono y cuero.

Tomado de Livescience, 2016

4.1.6. Homologaciones de la FIA

Las homologaciones emitidas por parte de la FIA (Federación Internacional de Automovilismo) son documentos anexados a su reglamento que dictan los lineamientos de diseño, seguridad y fabricación en los cuales el fabricante debe basarse para realizar una propuesta de diseño para un asiento deportivo de carreras. Estos lineamientos se siguen con la finalidad de generar un diseño que pueda pasar las pruebas dinámicas de resistencia que exige el documento. En caso de ser aprobado el modelo enviado por el fabricante que solicita una de las dos homologaciones disponibles, será tras pasar las pruebas y exigencias que cada una de estas requiera.

Existen dos tipos de homologaciones a las cuales puede aplicar un fabricante de asientos, la primera es conocida como la homologación FIA 8855-1999. Esta homologación se mantiene en vigencia al día de hoy y es aplicable para ciertos tipos de diseños, que, aunque hasta hace una década podían producirse y utilizarse en carrera, no podrían aplicar a la nueva homologación disponible. La segunda y más reciente homologación es conocida como FIA 8862-2009 y en ella se contienen estándares de diseño, materiales, fabricación y seguridad que son considerablemente más exigentes que en la homologación anterior. La homologación FIA 8862-2009 también se mantiene en vigencia al día de hoy y la principal diferencia entre estos dos anexos se encuentra en el diseño del asiento que, para recibir la nueva homologación, requiere soportes laterales adicionales a nivel de la cabeza y además se ha incrementado el nivel de rigor de las pruebas dinámicas.

4.1.6.1. Homologación FIA 8855-1999

La homologación FIA 8855-1999 es la primera homologación que entro en vigencia para la regularización de la producción y admisión de asientos de competencia a las carreras reguladas por la FIA y se aprobó por primera vez en el año de 1999. En este anexo del reglamento de la federación se estipulan ciertos lineamientos de diseño y seguridad en conjunto con los parámetros de las pruebas de impacto que el asiento debe pasar para obtener la homologación.

El reglamento completo se encontrará en la sección de anexos, pero tras realizar un extracto traducido, estos son los puntos más importantes a considerar: (Fia, 2017).

Condiciones generales de la prueba:

1. El asiento debe estar fijado rígidamente al dispositivo de prueba utilizando los puntos de fijación provistos por el fabricante.
2. El asiento debe ser homologado con su tipo de montas, sean estas laterales o inferiores.
3. Todo el revestimiento del asiento será removido antes de la prueba.
4. Todas las pruebas a realizarse se harán con el mismo modelo provisto por el fabricante.

Pruebas dinámicas:

1. Las pruebas de impacto posteriores y laterales se harán en conjunto con un trineo catapultado en la dirección designada.
2. El maniquí de impacto utilizado para las pruebas se fijará al asiento y al dispositivo de prueba a través de un arnés de mínimo 4 puntos homologado por la FIA.
3. Para la prueba de impacto posterior, se aplicará una fuerza de 20G de desaceleración no acumulada a lo largo de un tiempo de 50 ms.
4. Para la prueba de impacto lateral, se aplicará una fuerza de 15G de desaceleración no acumulada a lo largo de un tiempo de 50 ms.
5. Se realiza una tercera y última prueba de impacto posterior, se aplicará una fuerza de 10G de desaceleración no acumulada a lo largo de un tiempo de 50 ms. Esta prueba se realiza con el fin de comprobar la integridad del asiento después de la realización de las dos primeras pruebas.

Requerimientos de rendimiento:

1. Tras realizarse las pruebas, la estructura del asiento deberá mantenerse intacta, sin fracturas, separaciones o grietas visibles en ninguno de los dos lados de la estructura.
2. Sujetas a las condiciones del punto anterior, se aceptarán deformaciones permanentes siempre y cuando se determine que no sean causa de lesiones mayores.
3. En el caso de existir componentes de reclinado en el asiento, estos podrán encontrarse trabados, pero no rotos.

Requerimientos de diseño:

1. Los insertos para los arneses de seguridad tanto laterales como posteriores deben permitir el paso de una estructura con un radio mínimo de 20mm.
2. Se deja la decisión de material y diseño a criterio del fabricante.

Análisis:

Si bien los lineamientos de esta homologación tenían cierto nivel de explicitud, no brindaban a los fabricantes mucha información respecto a temas como materiales de fabricación o diseño del asiento a favor de la seguridad del piloto. Debido a esto, y debido también a la época en la que se desarrolló esta homologación, se podían hallar asientos realizados con una diversidad de materiales. Los más populares eran aquellos realizados con aluminio y acolchonamiento absorbente de impactos y también los realizados en base a un compuesto de fibra de vidrio reforzada con polímeros que también contaban con material absorbente de impactos. Cabe también mencionar a los asientos reclinables, que eran permitidos en esta homologación siempre y cuando pasaran las pruebas dinámicas, cosa que ya no se puede hacer en la homologación más reciente. Estos asientos se fabricaban en metal y acolchonamiento.

La principal diferencia entre los modelos de metal y los de fibra de vidrio era que algunos fabricantes preferían utilizar un alma de metal que difícilmente podía fracturarse o agrietarse, sino que tendía a deformarse. Mientras que otros fabricantes preferían utilizar la fibra de vidrio reforzada con un polímero que, si se calculaba de manera incorrecta su cantidad, densidad o rigidez, podía resultar en un asiento roto o fragmentado lo cual podría poner en riesgo la integridad del piloto; aunque si se lograba la mezcla adecuada, se obtenía un asiento con un nivel considerable de resistencia y a la vez un peso considerablemente más ligero. Los diseños no variaban mucho entre marcas o modelos, y se buscaba facilitar la producción lo más posible. Cabe recalcar que, al no existir un criterio formal por parte de la FIA respecto a los parámetros de diseño o funcionabilidad del asiento, en algunos casos temas como la sujeción de hombros o la de las piernas se pasaba por alto. Existe una diferencia notable de diseño en las propuestas de asientos presentadas por los fabricantes en el inicio del regimiento de la homologación a lo que es hoy por hoy el diseño de asientos FIA 8855-1999. A continuación, se presentan ejemplos de asientos con este tipo de homologación:



Figura 10. Asiento de homologación 8855-1999.

Tomado de Sparco s.f.

4.1.6.2. Homologación FIA 8862-2009

La segunda homologación emitida por la FIA es la 8862-2009 y entró en vigencia en el año 2009. Esta homologación se realiza después de diez años de análisis y pruebas para determinar cuáles eran las características con las que debía contar un asiento de carreras que se pudiera considerar verdaderamente seguro para que un piloto lo emplee en carrera.

Destaca por sobre todas las cosas el nivel de detalle que contiene la homologación en cuanto a parámetros de diseño industrial en comparación al anexo anterior. Dentro de las diferentes secciones de la homologación se halla información determinante respecto a definiciones, diseño, función, materiales y dimensiones. Este nuevo anexo brinda al fabricante una clara idea de lo que se debe realizar para obtener un producto que pueda resistir y superar las pruebas para obtener la homologación.

El reglamento completo se encontrará en la sección de anexos, pero tras realizar un extracto traducido, estos son los puntos más importantes a considerar:

Geometría:

1. Todos los bordes de la estructura exterior del asiento deben estar redondeados y suavizados con un radio mínimo de 15mm.
2. Los insertos para los arneses deben contar con protectores de radio mínimo de 2mm y un espesor mínimo de 1 mm.
3. todas las superficies del interior del asiento deben ser lisas.

Materiales estructurales:

Se aconseja que los materiales:

- Sean de calidad durable y no se dañen ante la exposición a rayos UV, agua, polvo, vibración o sudor.
- No deben degradarse debido a temperaturas extremas como las probablemente halladas durante competencias o almacenamiento.
- No deben ocasionar irritación en la piel o ser conductores de enfermedades; no debe inducir al crecimiento de hongos o algas.

Materiales absorbentes de energía:

1. Los materiales deberán estar aprobados por la homologación FIA de materiales para reposa cabezas para autos deportivos y de fórmula 1 (ver anexos).
2. El material absorbente de energía debe estar asegurado fijamente a la estructura o cáscara del asiento para prevenir el deslizamiento de los mismos en condiciones de carrera o accidente.
3. El espesor máximo de los materiales absorbentes de energía está restringido por el tipo de material.
4. Espesor mínimo para la zona **lateral de la cabeza**: 25mm
5. Espesor mínimo para la zona **posterior de la cabeza**: 20mm
6. Espesor mínimo para la zona **lateral de los hombros**: 6mm
7. Espesor mínimo para la zona **lateral de la pelvis**: 6mm

Flamabilidad:

1. Los materiales empleados para acolchonamiento deberán ser probados para flamabilidad según la normativa ISO 3795.
2. la velocidad de combustión no debe ser mayor a 75mm/min.
3. Se aconseja que los materiales empleados para fabricar la cáscara del asiento no suelten humos tóxicos o corrosivos, a temperaturas relativamente bajas.

Anclajes del auto:

El asiento puede contar solamente con montas de anclaje de piso (anclajes normativos de 4 puntos) o también puede contar adicionalmente con una monta de anclaje extra que se ubica en la parte posterior del asiento y se fija a la jaula de seguridad (anclajes normativos de 6 puntos).

Geometría/Ergonomía

1. El asiento debe contar con cuatro niveles de soporte lateral: de piernas, lumbar, de hombros y de cabeza.
2. La línea de visión debe ubicarse entre las líneas superior e inferior del soporte lateral de cabeza, como se explica en el grafico siguiente.
3. Los hombros deben calzar justamente en la zona de los soportes laterales de hombros.

4. las piernas y la pelvis deben estar aseguradas por los soportes lumbares y de piernas.

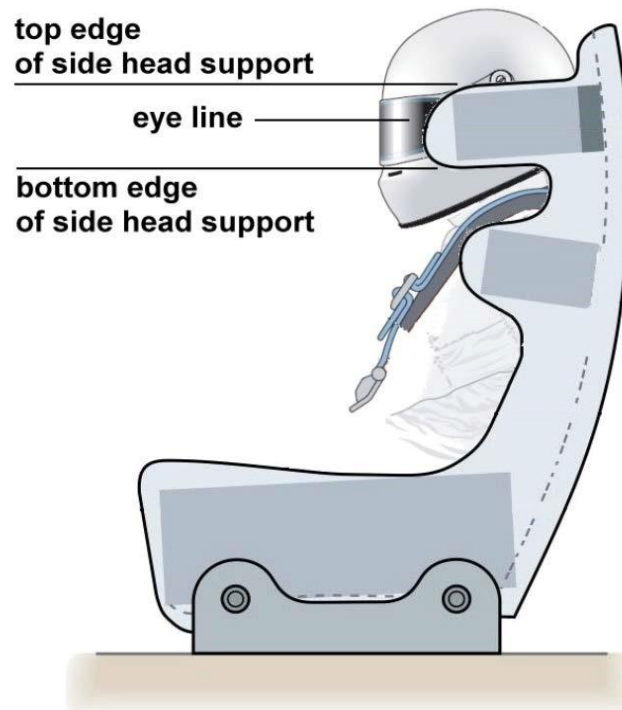


Figura 11. Explicación de parámetros de diseño.
Tomado de Fia (2018).

Parámetros de diseño:

Con el piloto sentado en su posición natural, los siguientes criterios deben cumplirse:

1. Los soportes laterales para la cabeza deben brindar apoyo al costado del casco del piloto hacia el centro de gravedad de la cabeza.
2. Los soportes laterales de hombros deben brindar apoyo a los hombros del piloto.
3. Los insertos para los arneses de seguridad deben permitir el paso de los cinturones desde la parte posterior del asiento hacia el frente a través de los orificios situados encima de los hombros.
4. El ángulo de desviación de los cinturones en la parte posterior debe ser entre 0° y 20° .

5. El ángulo de desviación de los cinturones en la parte lateral debe ser entre 50° Y 70° .
6. Se aconseja que el método de fijación entre las montas y la estructura del asiento asegure que la tensión de las tuercas no se reduzca con el pasar del tiempo, la vibración o el movimiento del asiento.

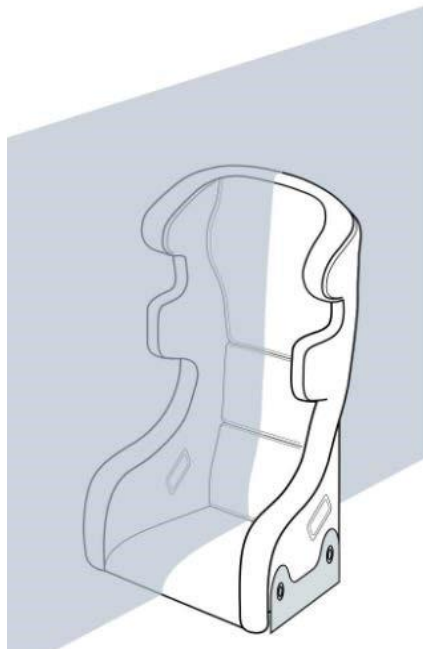


Figura 12. Plano central vertical del asiento.

Tomado de Fia (2018).

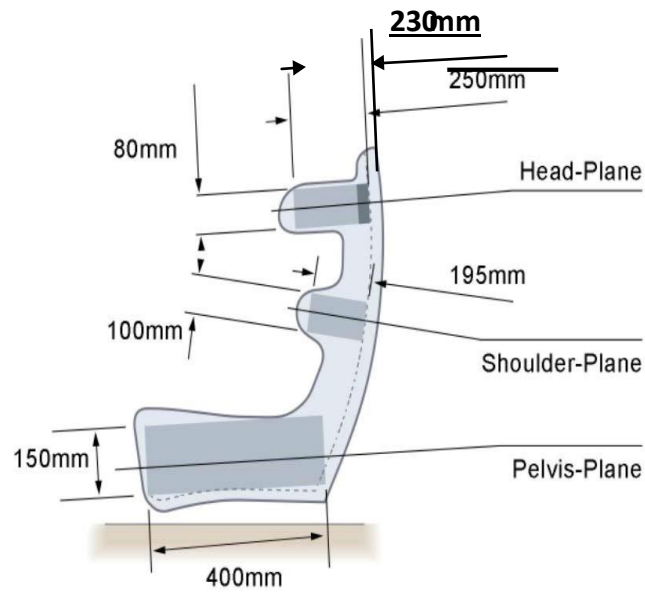


Figura 14. Referencia de valores mínimos para soportes laterales.

Tomado de Fia (2018).

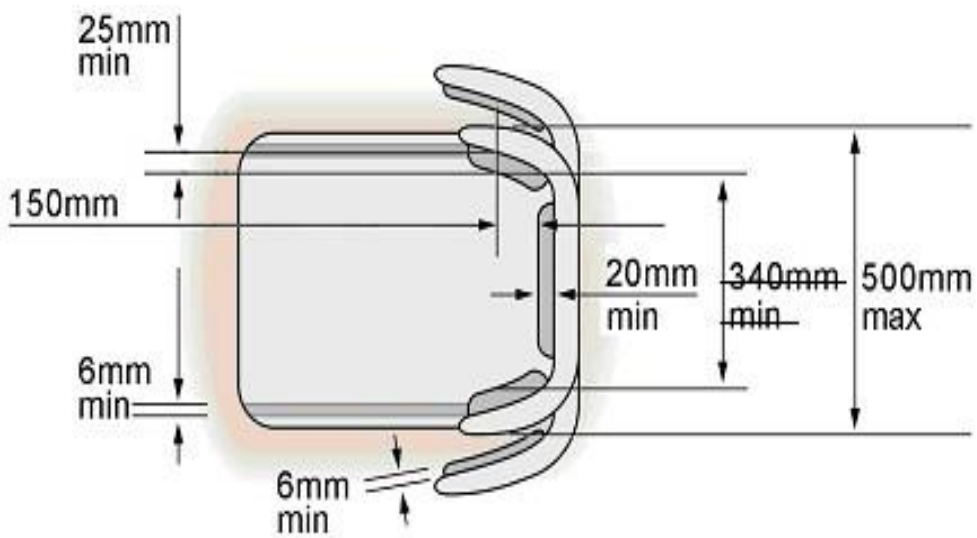


Figura 13. Referencia de valores mínimos para soportes laterales y espesores de material absorbente.

Tomado de Fia (2018).

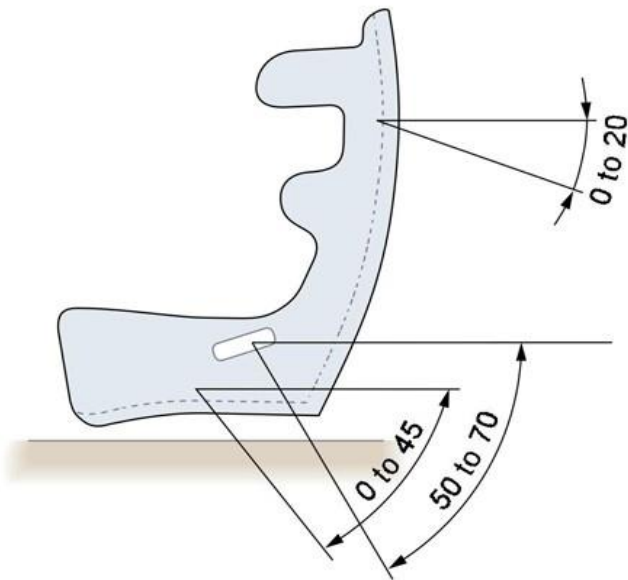


Figura 15. Referencia de ángulos para la caída de los cinturones.

Tomado de Fia (2018).

Pruebas dinámicas:

Las pruebas dinámicas para esta homologación se realizan en el mismo contexto que las pruebas realizadas para la homologación 8855-1999, el modelo es colocado y fijado mediante sus montas a los 4 puntos de fijación de un trineo catapultado en la dirección designada para la prueba. Las pruebas se realizan en el “peor escenario” posible, el cual ubica al asiento en la posición más alta de las montas, es decir, fijado a los puntos más altos de las mismas.

Debido a que la lista de pruebas y sus respectivas cargas correspondientes a esta homologación es más extensa, se ha incluido a la sección de anexos.

Análisis:

La calidad del documento respecto a la claridad de los parámetros de diseño industrial es mucho más elevada que en la anterior homologación. En el anexo FIA 8862-2009 se puede evidenciar una clara transformación en el diseño del asiento, tras una década de muchos estudios se han establecido

parámetros mínimos para geometrías y espesores y también se han añadido partes específicas a los requerimientos de diseño. Es digno de recalcar la incorporación de un nuevo soporte a nivel de la cabeza, cuyo objetivo es reducir o evitar los movimientos bruscos que pueda sufrir la cabeza en caso de accidente. Este nuevo soporte se ubica por encima de los soportes de los hombros y se ha tornado obligatoria para aplicar a este tipo de homologación. Con la incorporación y el desarrollo de nuevos materiales y fibras de mayor resistencia, específicamente hablando de la resina epoxi, la fibra de carbono y el kevlar, se transformó el proceso de fabricación de asientos de homologación 5562-2009. Si bien la homologación no demanda un material en específico para la fabricación de la cáscara del asiento, los materiales elegidos por los fabricantes de manera regular son la fibra de carbono y el kevlar, ambas reforzadas con resina epoxi por separado o en algunos casos juntas en un diseño. Esta es una de las principales diferencias con los asientos de homologación 8855-1999, que generalmente aún se fabrican en fibra de vidrio reforzada con polímero.

(Fia, 2018)



Figura 16. Asiento de homologación 8855-1999.

Tomado de Omp s.f.

4.2. Aspectos de referencia

4.2.1 Fabricantes internacionales de asientos de competencia

La fabricación de asientos de competencia se realiza desde la década de 1970

TAKATA

La marca japonesa destaca por su sobriedad en los diseños, su color único y su gran relación con el segmento JDM (*japanese domestic market*). Fabrican asientos, arneses y otros equipos y elementos para coches deportivos o de carreras.



Figura 17. Asiento TAKATA.

Tomado de *Speedhunters* (2014).



Figura 18. Asiento TAKATA.

Tomado de *Speedhunters* (2014).



Figura 19. Arnese TAKATA.

Tomado de *Speedhunters* (2014).

COBRA

La marca americana fabrica asientos para autos deportivos y de carreras desde hace más de 30 años, cuenta con una gran variedad de modelos y tipos de asientos para diversas modalidades. Manejan una amplia gama de materiales a su disposición.



Figura 20. Asientos COBRA. Tomado de Speedhunters (2015).



Figura 21. Asientos COBRA en estructura.

Tomado de Speedhunters (2015).



Figura 22. Estructura interna de asientos COBRA.

Tomado de Speedhunters (2015).



Figura 23. Aplicación de esponja a asientos COBRA.

Tomado de Speedhunters (2015).

5. Aspectos normativos

5.1. Ergonomía para asientos de automóvil

Optimum α = 105 degree (90% acceptable, 102-108 degree)

C = 6 degree (90% acceptable, 5-8 degree)

B \leq 406.4 mm for small women

= 431.8 mm as compromise (provided knee

pivot of small woman > 63.5 mm above seat front edge, to allow full pedal depression)

A = 457.2-609.6 mm

D < 381-406.4 mm

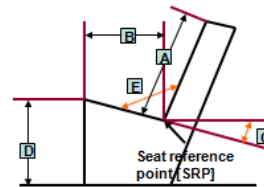


Fig 6

Seat height (mm)		Knee angle (degree)	
SRP	Front edge	M	F
279.4	300.2	133	126
228.6	279.4	140	142
177.8	228.6	145	135

Table 3: Normal and maximum (emergency) pedal efforts given by shortest and tallest men in 90% range, for three seat heights,

M = males, F = females

Figura 24. Percentiles para diseño de asientos.

Tomado de: Kiran V. (2005).

Dimension	Percentile Male (mm)			Percentile Female (mm)		
	5th	50th	95th	5th	50th	95th
1 SRP to knee hinge	508	558.8	596.9	469.9	520.7	571.5
2 Knee hinge to sole of foot	469.9	508	558.8	393.7	457.2	508
3 Buttock to patella	546.1	596.9	635	520.7	558.8	609.6
4 Buttock to back of knee	431.8	482.6	520.7	406.4	457.2	495.3
5 Knee height (no shoes)	508	546.1	596.9	431.8	495.3	546.1

Table 2: seat dimensional data

Dimension	5 th percentile female (mm)	95 th percentile male (mm)
6 Shoulder point above seat (sitting shoulder height less 2 in)	431.8	584.2
7 Shoulder point to elbow hinge (shoulder to elbow less 1.5 in)	266.7	368.3
8 Elbow hinge to closed hand (elbow to fingertip less 1 in for hinge and 4 in for closed hand)	279.4	381
9 Sitting eye level above seat	647.7	850.9

Fig 5

Figura 25. Percentiles para diseño de asientos.

Tomado de: Kiran V. (2005).

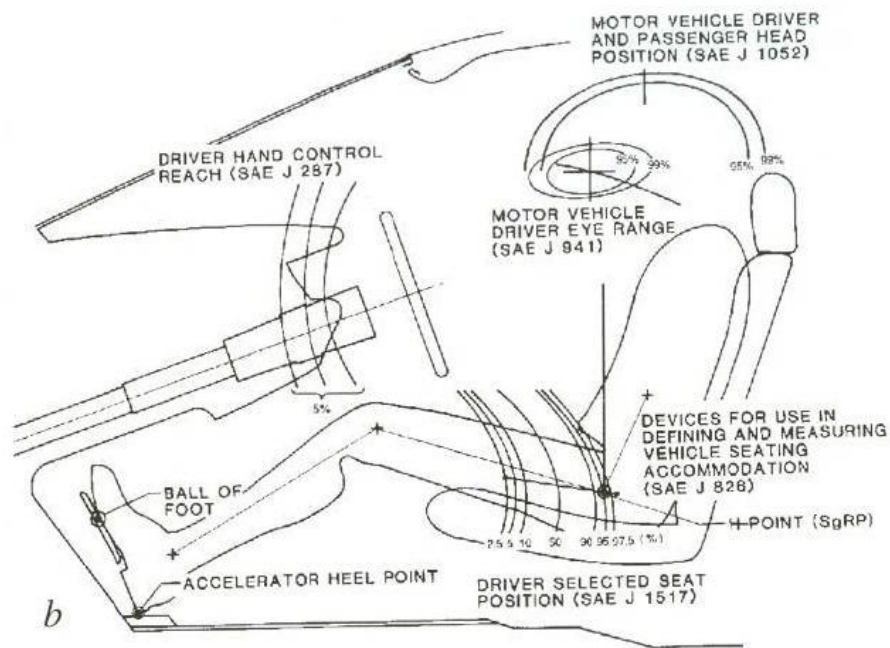


Figura 26. Espacio utilizado por pilotos en cabinas.

Tomado de: (Kiran V. 2005).

Factores de dimensión y ergonomía del usuario, percentiles que podrían variar desde el 5 percentil en mujeres hasta el 95 en hombres, tales como aquellos usuarios que tienen piernas más largas o brazos con mayor alcance para acomodar todas las necesidades del usuario al diseño del asiento.

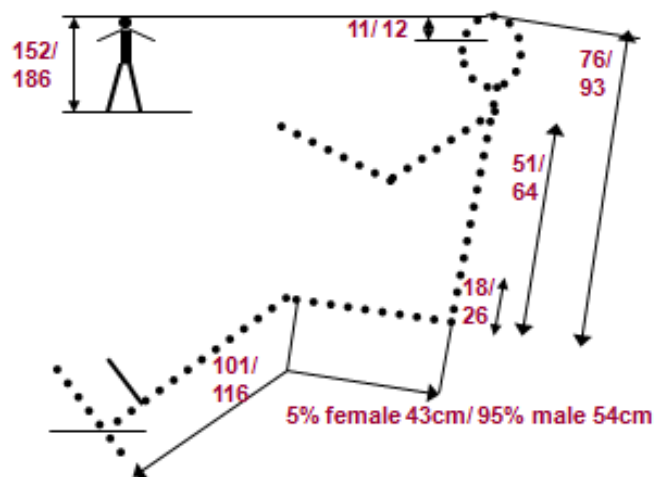


Figura 27. Medidas principales del 5 percentil mujeres a 95 percentil hombres.

Tomado de: (Kiran V. 2005).

El asiento, a pesar de su ubicuidad y dilatada vida, continúa siendo uno de los elementos peor diseñados del espacio interior. Dice Neils Diffrient, diseñador industrial, que “diseñar una silla es la prueba de fuego de todo diseñador”. (...) Una de las mayores dificultades con que se tropieza en esta tarea es que a menudo se entiende el sentarse como una actividad estática, cuando realmente es dinámica. “(Panero & Zelnik, 1984, PP. 57-67).

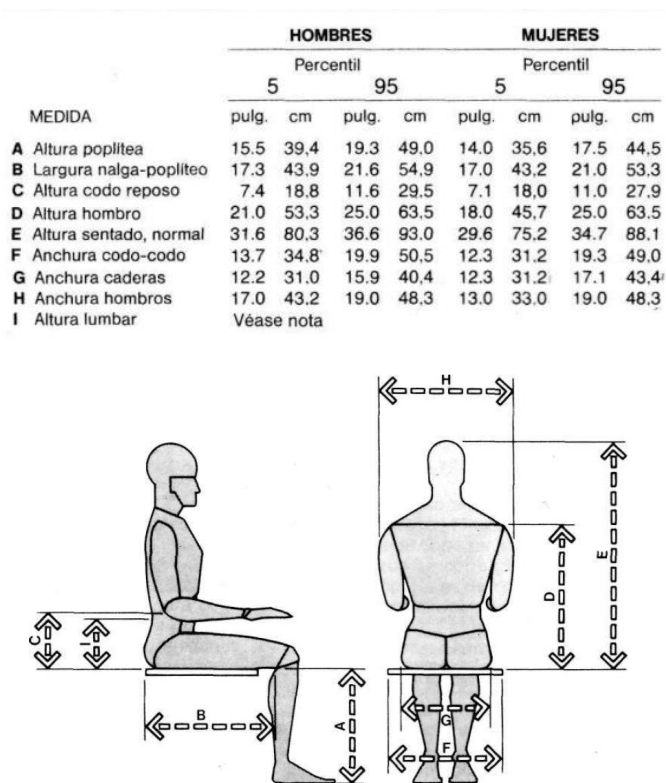


Figura 27. Cuadro de percentiles para diseño de asientos.

Tomado de: Panero & Zelnik, (1984).

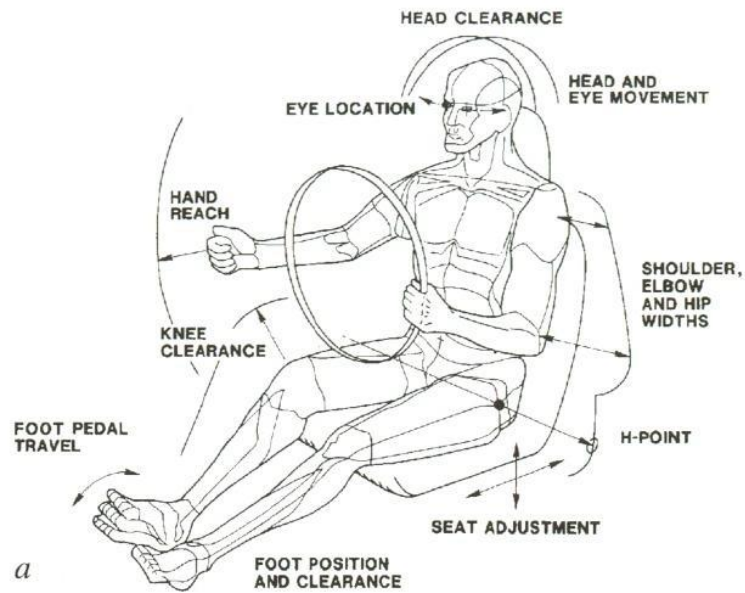


Figura 28. Espacio utilizado por pilotos para comandos.

Tomado de: Kiran V. (2005).

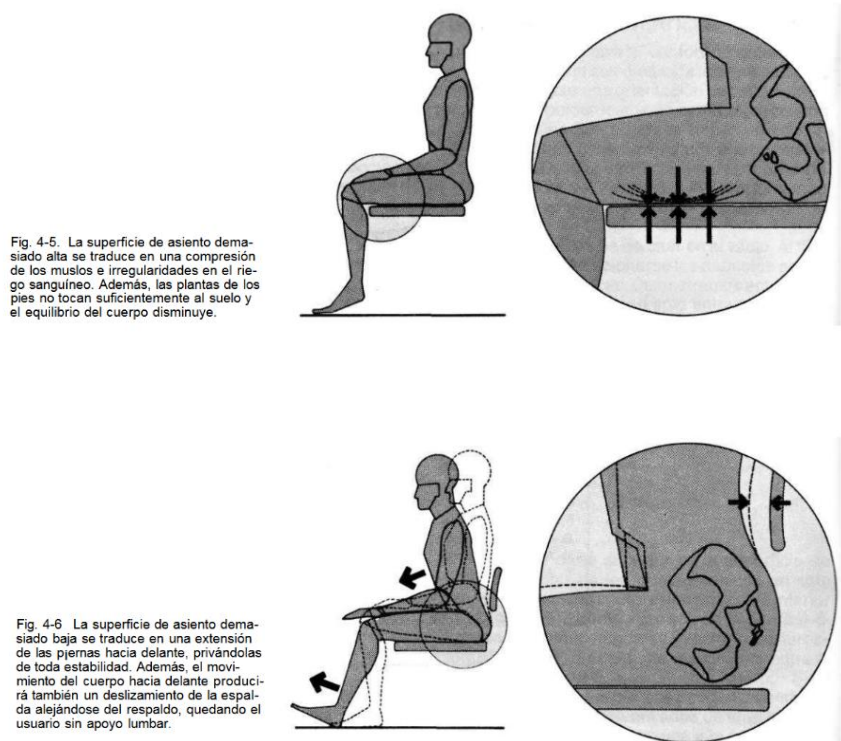


Fig. 4-5. La superficie de asiento demasiado alta se traduce en una compresión de los muslos e irregularidades en el riego sanguíneo. Además, las plantas de los pies no tocan suficientemente al suelo y el equilibrio del cuerpo disminuye.

Fig. 4-6 La superficie de asiento demasiado baja se traduce en una extensión de las piernas hacia delante, privándolas de toda estabilidad. Además, el movimiento del cuerpo hacia delante producirá también un deslizamiento de la espalda alejándose del respaldo, quedando el usuario sin apoyo lumbar.

Figura 29. Referencias de profundidades para diseño de asientos.

Tomado de: Panero & Zelnik (1984)

Fig. 4-7. La profundidad de asiento excesiva produce una compresión detrás de la rodilla, origen de incomodidad y problemas en la circulación de la sangre.

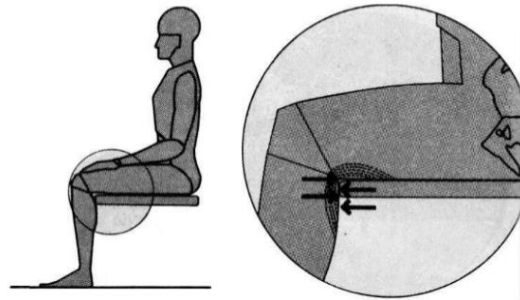


Fig. 4-8. La escasa profundidad de asiento deja al usuario sin el adecuado apoyo bajo los muslos y con la sensación de caerse de bruces.

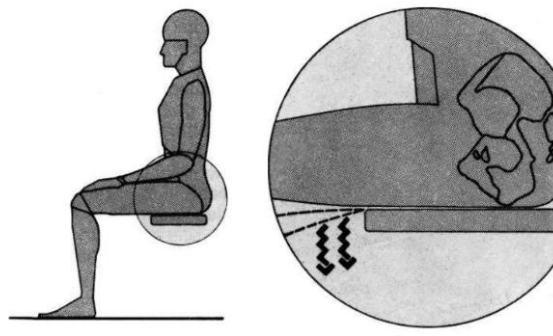


Figura 30. Referencias de profundidades para diseño de asientos.

Tomado de: Panero & Zelnik (1984)

Aunque el tamaño, configuración y colocación del respaldo es una de las consideraciones más relevantes, con objeto de asegurar el perfecto acoplamiento usuario-silla, también es el componente de dimensionado más arduo, conforme los datos antropométricos publicados. Pese a la accesibilidad que tienen estas medidas del cuerpo, tan necesarias para definir partes fundamentales de un asiento, como su altura, profundidad, anchura y altura de apoyabrazos, domina la penuria de datos sobre la región lumbar y la curvatura espinal. (Panero & Zelnik, 1984, PP. 57-67).

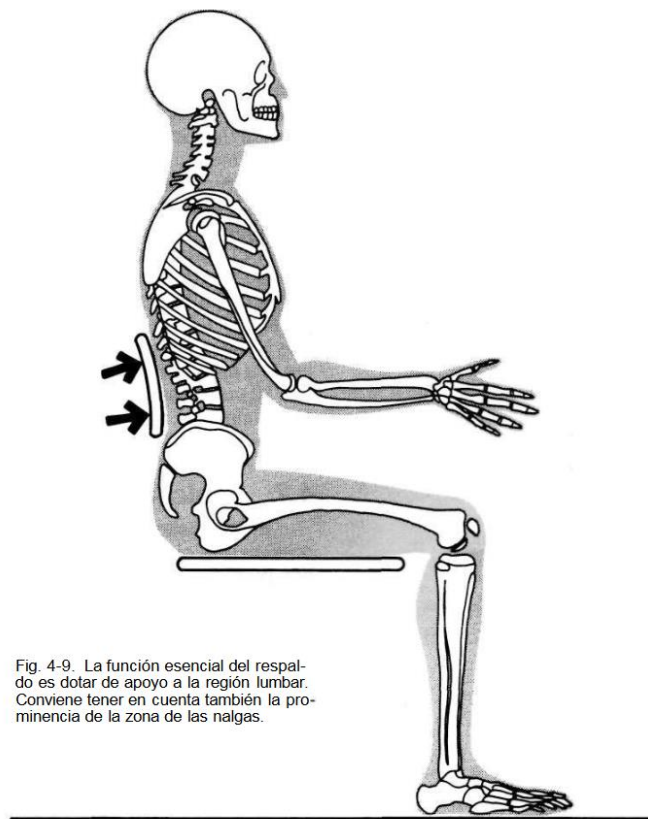


Figura 31. Representación de un respaldo lumbar eficiente.

Tomado de: Panero & Zelnik, (1984).

6. Diseño metodológico

6.1. Productos personalizados

“Los productos personalizados son ligeras variaciones de configuraciones estándar y por lo general se desarrollan en respuesta a un pedido específico de un cliente.”

(Ulrich & Eppinger, 2013)

Desarrollar un producto que pueda considerarse personalizado se trata, en resumen, de buscar y entablar posibles variaciones en el diseño del mismo como podrían ser dimensiones físicas, materiales, cromáticas y acabados. Según Karl Ulrich, se pueden generar plantillas de un producto con el fin de personalizarlo en algún punto de su línea de producción, dejando en manos del cliente las

decisiones de diseño que podrían ser tomadas a criterio del fabricante. Esto se hace con la finalidad de entregar al cliente un producto con el cual se identifique y sea de su total agrado en cuando a aspecto y funcionalidad.

Para este proyecto, se plantea brindar al usuario la posibilidad de configurar y personalizar ciertos aspectos de su producto final. Se busca ofrecer una experiencia de compra en la cual el cliente se sienta parte del proceso de diseño y fabricación de su nuevo asiento, dejando a su criterio opciones de acabados y cromática con el fin de que se adueñen e identifiquen aún más con el producto. (Ulrich & Eppinger, 2013)

6.2 Adaptación del proceso genérico de desarrollo de producto a este proyecto

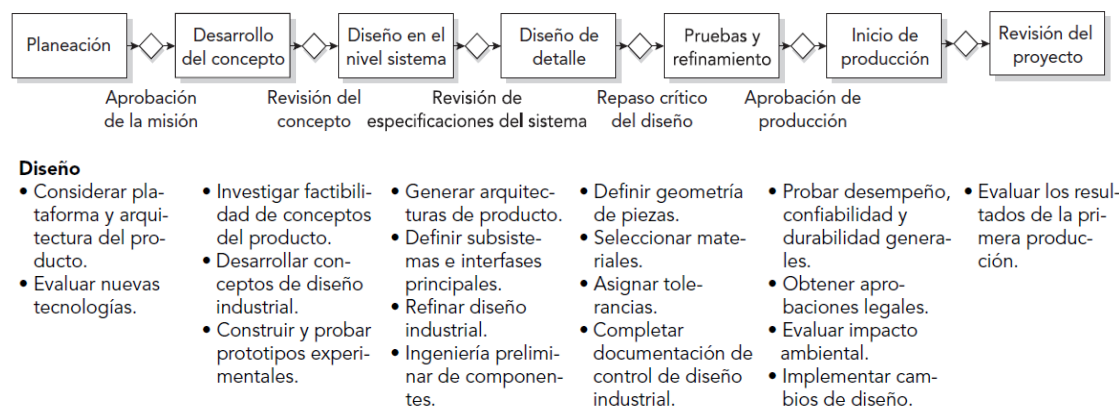


Figura 32. Diagrama de flujo de un proceso genérico de desarrollo.

Tomado de: Ulrich & Eppinger, (2013)

Adaptar el proceso de diseño genérico de desarrollo de productos a este proyecto en específico requiere inicialmente de un análisis de una muestra de la población seleccionada y sus necesidades, lo cual posterior a una colección de información y estudio de sus necesidades resulta en la identificación de la oportunidad. Se toma una tecnología existente y se la perfecciona y adapta a las necesidades y requerimientos del mercado, confirmando nuevamente que el mercado de cierta manera “influye” en el desarrollo del nuevo producto.

A continuación, se explicará el proceso con los seis pasos para el desarrollo genérico de un producto de Karl Ulrich, adaptados e interpretados a las necesidades de este proyecto.

6.2.1 Etapa 1: Desarrollo del concepto:

Como recalca Ulrich en su guía, esta fase se centra principalmente en identificar las necesidades del usuario que pertenece a nuestro mercado/usuario objetivo, se las interpreta y se las evalúa con la finalidad de poder generar conceptos alternativos del producto que sean adaptados a las diferentes necesidades, de los cuales se seleccionarán un número determinado para desarrollo y pruebas adicionales.

En este caso en específico se planifican entrevistas con 4 pilotos nacionales, de los cuales tres se desarrollan en una modalidad similar y uno en una modalidad distinta de automovilismo, específicamente automovilismo de circuito y rally. Se busca obtener información relevante para el desarrollo del proyecto y a la vez se requiere identificar necesidades reales de los pilotos, las cuales trazan un camino a seguir con el fin de crear un producto que satisfaga todas sus expectativas y necesidades. Posteriormente se genera un análisis de los productos existentes en el mercado, algunos de los cuales los pilotos nacionales ya poseen y que serían considerados como competencia directa, toda la información obtenida a través de un *benchmarking* provee una guía de vital importancia que nos brinda referencias de proyectos exitosos, los cuales aportan directrices y nos ayudan a identificar aspectos en los cuales se puede mejorar.

6.1.2. Etapa dos: Desarrollo a nivel de sistemas:

En esta etapa se genera el brief de diseño y se realiza el análisis final en el cual se involucran estudios de antropometría, interpretación de necesidades del usuario, interacción del usuario con el producto, el benchmarking y finalmente se procede a escribir las determinantes de diseño de este proyecto. Estas determinantes de diseño especificarán los lineamientos completos a seguirse para el diseño y fabricación del nuevo asiento de inicio a fin.

Finalmente se procede a realizar un análisis con modelos ergonómicos experimentales a tamaño real, esto con la finalidad de asociar de manera enfática el desarrollo del concepto del asiento con los datos de ergonomía y antropometría obtenidos por parte de los pilotos y el benchmarking y generar los primeros conceptos de diseño a nivel de bocetos de alta fidelidad que permitan un análisis y visualización adecuados. Se establece un diseño a nivel de boceto que contenga los parámetros definitivos de diseño y se procede a pasar ese diseño a la siguiente etapa del proceso.

6.2.3. Etapa tres: Diseño de detalle:

En la etapa de diseño a detalle, se añaden a cada uno de los componentes del modelo de mediana fidelidad sus respectivos materiales y geometrías. En caso de existir partes estándar que deban adquirirse para ser añadidas al diseño, es en esta fase que son especificados el nombre, las medidas y el proveedor. Se desarrolla el plan de proceso de fabricación para todos y cada uno de los componentes del producto que se deban fabricar en el proceso de manufactura. Según Ulrich, esta fase se ve terminada una vez que se ha generado:

La *documentación de control* del producto, es decir, los dibujos o archivos de computadora que describen la geometría de cada una de las piezas y su herramental de producción, las especificaciones de las piezas compradas, y los planes de proceso para la fabricación y ensamble del producto. (Ulrich & Eppinger, 2013, p.15)

Para esta fase, se terminan de definir parámetros definitivos para las antes consideradas variables como son materiales, costos de producción, y desempeño del producto y análisis de interacción con el usuario a nivel digital.

La aplicación directa consiste en la obtención de un modelo de alta fidelidad por parte del software de modelado digital y sus respectivos renders. En esta documentación se puede visualizar con claridad y a detalle el diseño del asiento y todos y cada uno de los componentes con sus respectivos materiales, cromática, y geometrías. Se detalla un informe de funcionalidad con el usuario adjuntado a estos renders, y a su vez un plan detallado de producción que compone planos y planificación paso a paso de fabricación, con un detalle de

cada uno de los componentes planos con medidas exactas y también proveedores.

6.2.4. Etapa cuatro: *Pruebas y refinamiento:*

Dentro de lo que comprende la etapa de pruebas y refinamiento, se encuentra la evaluación y análisis de prototipos de preproducción del nuevo producto. Estas piezas se producen en materiales que se asemejan en algunas propiedades al material de producción final, aunque no es mandatorio que los procesos de producción sean iguales o similares. Estos prototipos se producen considerando la geometría final obtenida del modelado digital en tres dimensiones con el fin de obtener un modelo que permita palpar y demostrar el diseño, características y las proporciones del producto.

En esta fase se da la construcción de uno o varios prototipos del asiento de media o alta fidelidad, hasta obtener uno de calidad final en el cual se pueda evidenciar a detalle las características y el diseño final del asiento. Se utilizan materiales que se asemejen en la mayoría de lo posible a las características de los materiales definitivos de fabricación. Se utilizan las proporciones reales para crear un modelo de mediana o alta fidelidad con el cual se pueda realizar una validación de en un ambiente de desempeño real, el cual sería el habitáculo de un automóvil.

6.2.5. Tipo de investigación

Debido al tipo de proyecto, producto y población; la investigación demandará contar con información tanto de tipo cuantitativo como cualitativo. Se buscará obtener toda la información posible mediante la formulación de encuestas tanto escritas como habladas que nos brinden datos certeros acerca de los temas en los cuales se buscará profundizar dependiendo del ámbito investigado al momento. Para los ámbitos de información cualitativa, al ser un producto que solo puede avalarse por el usuario dueño del vehículo beneficiado o un profesional del automovilismo u organización de eventos, se deberán realizar visitas físicas con los posibles usuarios que serán la fuente de información, para obtener la información de manera directa y poder hacer su respectivo asentamiento y recepción en el lugar.

6.2.6. Población

La población que se analizará durante la realización de este proyecto será aquella compuesta por todos aquellos usuarios que practiquen o deseen practicar el deporte tuerca en el país. Estos usuarios tienen entre 18 y 55 años, asisten regular o frecuentemente a los eventos tuercas realizados alrededor del país en diversas modalidades que cuentan con un vehículo con ciertas modificaciones y características para competir en el ámbito nacional. La parte de la población que está activa en las carreras, es decir que participa con su vehículo en algún evento tuerca de manera regular o frecuente, se encuentra disperso entre las diferentes provincias y ciudades, que cuentan con varios equipos o “clubes” los cuales son conformados por estos miembros “activos” en el mundo tuerca del ámbito nacional, con cantidades totales de integrantes por club que varían entre 5 y más de 60 miembros población solamente dentro de las provincias consideradas activas en el ámbito de las competencias. (Pichincha, Imbabura, Guayas, Loja, Azuay y Pastaza) En el Ecuador existen aproximadamente 45 clubes automovilísticos y se ha realizado un cálculo en base a un supuesto número bajo de vehículos. Se estima que, con un promedio de 10 a 15 carros por equipo, se tendría una población, de **400 a 550 pilotos** aproximadamente. A estos se les deben sumar aquellos pilotos independientes y la población de pilotos amateurs que iniciarán en el deporte.

6.2.7. Muestra

La población a la cual se ha llegado no es tan amplia pero sí vasta por una diversidad de factores, como la gama del vehículo y su marca (por factores de diseño y compatibilidad) y la cantidad de dinero que su dueño esté dispuesto a gastar en su seguridad, es por esto que para la selección de la muestra se considerarán factores como cercanía (geográfica) con los usuarios, cercanía (interpersonal), disponibilidad de horarios, categoría en la que se desempeña, entre otros, todo dentro de un grupo de usuarios pertenecientes al ámbito automovilístico de las ciudades de Quito y Ambato.

Con todos estos pilotos elegidos se deberá tener una relación interpersonal de confianza y respeto establecida, y ellos deberán conocer hasta las bases del proyecto. Será idóneo que tengan un alto conocimiento en el ámbito de los autos y las competencias, y que también cuenten con un buen criterio y léxico al momento de proveer de retroalimentación referente a los diversos temas consultados. La selección de esta muestra se hará buscando usuarios que participen activamente y compitan en el ámbito nacional, se buscarán pilotos con coches de alto nivel de preparación y tengan experiencia en competencias de circuitos nacionales. Como muestra total se piensa manejar un grupo de 2-3 pilotos profesionales.

6.3. Etapa 1 - Desarrollo del concepto:

6.3.1. Herramientas para la obtención de información primaria:

El principal objetivo de la etapa de recolección de datos y diagnóstico es obtener información de primera mano por parte de los usuarios directos de este tipo de productos, es decir, los pilotos profesionales que se desempeñan en el ámbito automovilístico del Ecuador. Para esto, se realizaron entrevistas video grabadas a 3 pilotos de diferentes modalidades de automovilismo:

1. Álvaro Espinosa



Piloto del equipo Dinamyca Competición

Campeonato nacional de circuitos - Categoría TC Open (2.050 cc en adelante)

Autódromo Internacional De Yahuarcocha – Campeonato nacional de circuitos

Volkswagen Golf GTI mk5 (Asiento OMP/8855-1999) – Honda Civic K20 (Asiento

Sparco/8855-1999)

2. Cristian Donoso



Piloto del equipo Dinamyca Competición

Campeonato nacional de circuitos - Categoría TC Open (2.050 cc en adelante)

Autódromo Internacional De Yahuarcocha – Campeonato nacional de circuitos

Volkswagen Bora GLI mk5 (Asiento OMP/8855-1999)

3. Luis Valverde



Piloto del equipo VRT (Valverde Racing Team)

Modalidad Rally – Fuerza Libre (2.050cc en adelante)

Campeonato nacional de Rally – Trepadas de montaña – Válidas de ciudad

Mitsubishi Lancer Evolution IX (Sparco/8855-1999) - Mitsubishi Lancer Evolution

X (Sparco/8855-1999)

Objetivo de encuesta

Las preguntas realizadas a los pilotos se formularon para buscar obtener información directa de los usuarios que refleje datos acerca de:

- Sus gustos y preferencias por ciertos tipos de marcas o asientos con diferentes características.

- Cuál es su elección de homologación al momento de elegir un asiento para competir.
- Características por las cuales adquirieron el asiento que utilizan actualmente.
- Características del asiento que les gustaría variar o mejorar.
- El costo aproximado de sus asientos y su procedencia (lugar de compra).
- Opiniones acerca de materiales y variables de diseño que faciliten la realización de la actividad.
- Opiniones en cuanto a la posibilidad de fabricar este tipo de asientos a nivel regional.
- Posturas y medidas.
- Necesidades del piloto.
- Análisis del espacio y elementos que el piloto debe tener cerca.

6.3.2. Análisis de la información obtenida

Una vez analizada la información proporcionada por los pilotos, se procede a realizar un estudio de las posturas y posiciones de manejo que ellos consideran ideales. También se analiza los instrumentos que el piloto debe tener cerca y con los que interactúa de manera constante al momento de competir. Todo esto con el objetivo de generar hallazgos que favorezcan un diseño que solucione las necesidades de los usuarios y al mismo tiempo les brinde toda la seguridad del caso.

Análisis n° 1



Figura 33. Posición natural de manejo.



Figura 34. Medición de distancia para posición natural de manejo.



Figura 35. Alcance de los instrumentos de manejo.

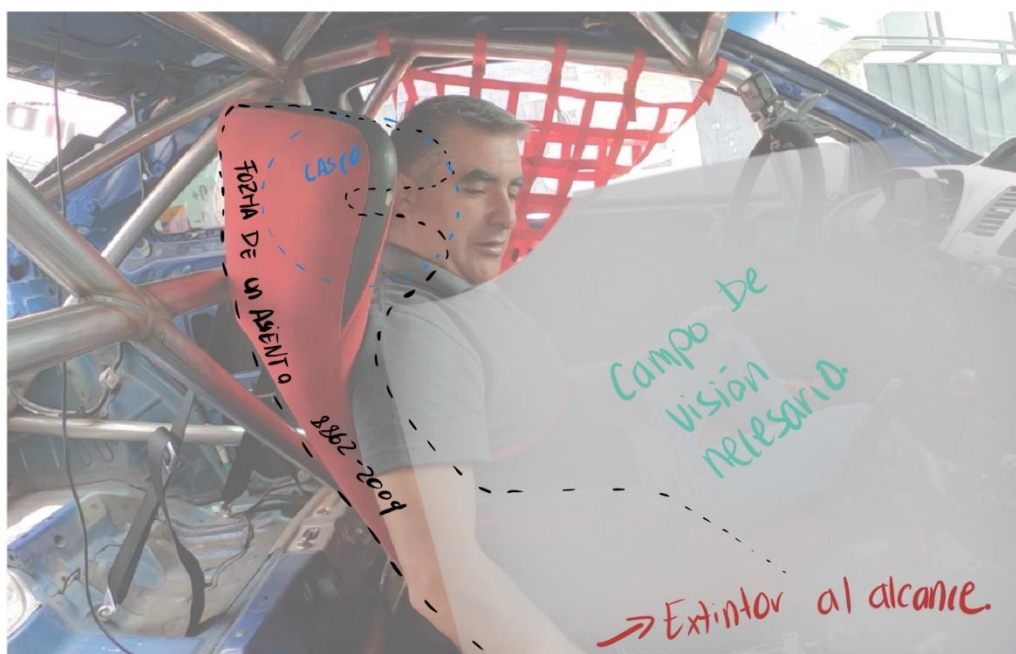


Figura 36. Alcance de los instrumentos de seguridad.

Análisis n° 2

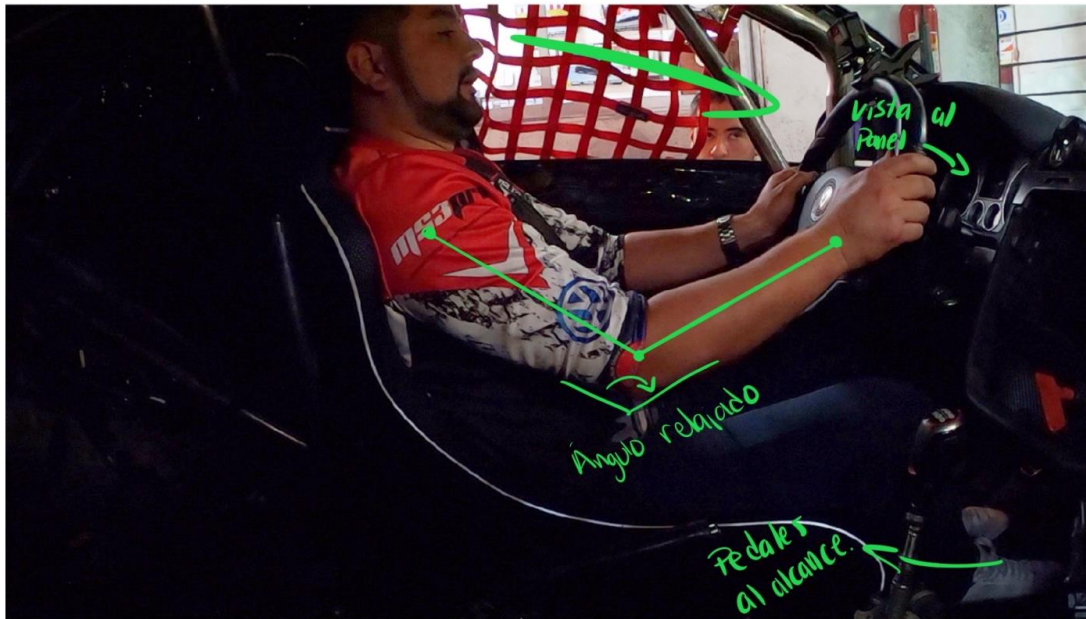


Figura 37. Posición natural de manejo.

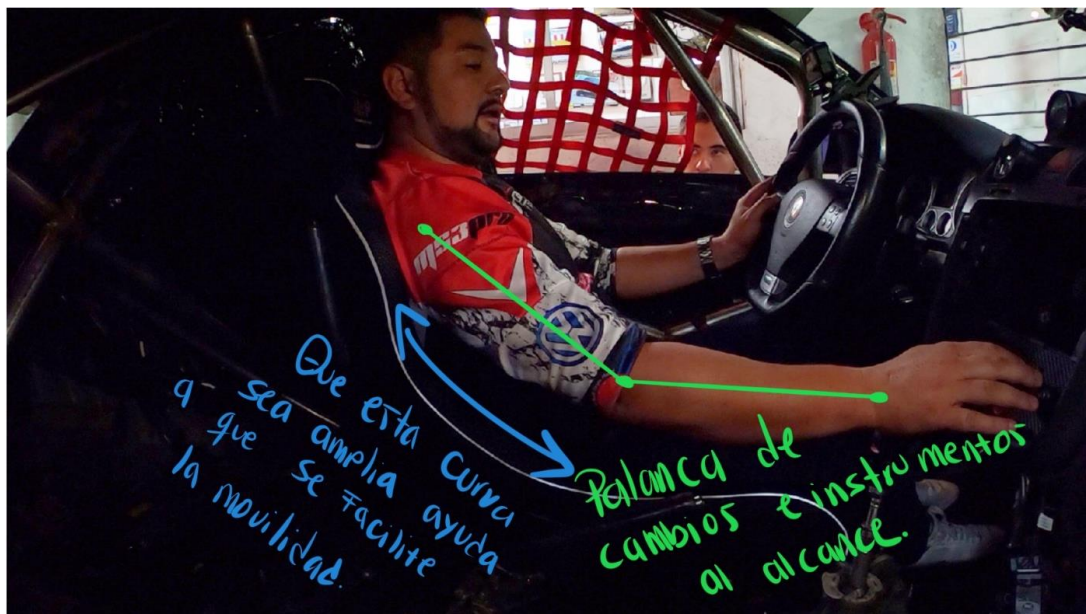


Figura 38. Alcance de instrumentos.

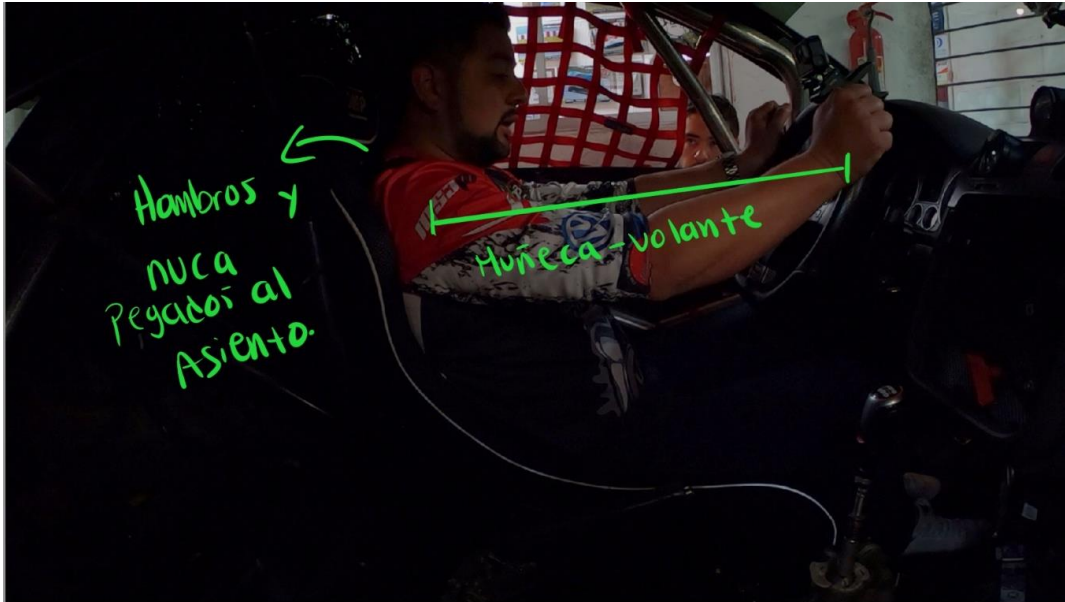


Figura 39. Medición para la distancia de manejo al volante.

6.3.3. Cierre de diagnóstico/Hallazgos

Una vez procesada y analizada la información obtenida por parte de los pilotos, se pudieron identificar los siguientes hallazgos:

- Casi la totalidad de pilotos que corren en modalidades de asfalto, es decir pista, autódromo, circuito o trepada de montaña prefieren y utilizan en sus autos asientos de la homologación 8855-1999.
- Las principales razones que hacen que prefieran los asientos con homologación 8855-1999 por sobre los de homologación 8862-2009 son las siguientes:
 1. Los pilotos infieren que el diseño de estos asientos les permite tener un campo de visión mayor dentro de la cabina.
 2. El pronto acceso y salida del vehículo son más fáciles con este tipo de asientos, debido a que no cuentan con aletas de soporte lateral para casco.
 3. Su precio es más accesible.
 4. Se los puede encontrar en diferentes variaciones de materiales.

- Al momento de adquirir un nuevo asiento, su decisión es principalmente influenciada por el diseño del nuevo asiento.
- Todos los pilotos concuerdan en que el asiento debe “abrazar” al piloto de la manera más cómoda y firme que sea posible, esa es un tema muy importante que consideran al momento de elegir un asiento.
- A algunos pilotos les gustaría poder facilitar la movilidad del asiento a través de algún tipo de cambio de diseño en las bases del asiento (ya que el asiento debe permanecer fijado al auto y tampoco puede reclinarsse), pero este es un tema que debido a normativas de seguridad y homologaciones no puede entrar en discusión.
- La marca de asientos de carreras más vista en los autos del medio nacional es Sparco.
- La mitad de los pilotos ha adquirido sus asientos en Ecuador.
- Los precios varían entre los \$700 y los \$1000.
- El piloto de rally entrevistado también prefiere los asientos de homologación 8855-1999, principalmente por su precio y la facilidad que brinda al momento de acceder y salir del vehículo.
- El material del asiento no es un tema de mayor importancia para los pilotos, en la mayor parte de los casos se ven asientos hechos de compuesto (fibra de vidrio) y no de fibra de carbono ya que sus costos son más bajos.
- Todos los pilotos optan por utilizar asientos homologados, ninguno utiliza réplicas.

6.3.4. Conclusiones de diagnóstico:

- Aunque el asiento de normativa 8862-2009 es más seguro, el asiento preferido en el ámbito nacional es el homologado con la normativa 8855-1999.
- El diseño es muy importante para los pilotos, su decisión se basa principalmente en eso.
- Los pilotos prefieren un asiento que los “abrace” lo más posible y desde todas las direcciones.
- Mantener el costo final del asiento en un margen similar al de la competencia es importante.

- Se pueden trabajar mucho en cuanto a diseño, pero no se puede hacer nada respecto a los deseos de crear un asiento móvil o soportes que faciliten la movilidad del mismo.
- Ofrecer a los pilotos la posibilidad de adquirir estos productos en el Ecuador sin la necesidad de importar del exterior facilitaría mucho la situación de los pilotos y reduciría sus costos.
- Tanto los pilotos de pista, como los pilotos de rally utilizan asientos de homologación 8855-1999. Por ende, existe la posibilidad de proveer asientos deportivos para ambos tipos de pilotos debido a que los asientos “caducan” cada cinco años y deben ser renovados, según normativas de la FIA.
- La fabricación del asiento para este proyecto se puede realizar en cualquiera de las dos opciones de material, tanto fibra de vidrio como fibra de carbono, pero se debe tomar en cuenta los costos de la realización del proyecto. Ambos materiales ostentan una fuerza considerable, pero la fibra de carbono es más rígida, ligera y por ende más costosa.
- El asiento para este proyecto puede ser de cualquiera de las dos homologaciones, pero se debe considerar que en el ámbito nacional los pilotos prefieren los asientos de normativa 8855-1999 por sobre los de la normativa 8862-2009. Esto puede deberse a dos factores:
 1. El costo de los asientos con estas homologaciones es muy elevado (2009).
 2. Al no tener fácil acceso a estos asientos, los pilotos no pueden probarlos y prefieren comprar lo que se encuentra con más facilidad en el medio (1999).

6.3.5. Benchmarking:

Para la fase de benchmarking se buscará analizar los asientos de la homologación FIA 8855-1999 que destaquen por su diseño, funcionalidad y que se hallen en nuestro medio nacional. Se buscará obtener referencias en cuanto a diseño, materiales y características importantes que se deberán considerar al momento de diseñar un nuevo asiento.

En el ámbito nacional se pueden encontrar asientos deportivos de varios estilos y propósitos, aunque no todos ellos serán los indicados para las competencias

de circuito. El análisis se divide en dos grupos, el de los asientos que cuentan con homologación y el grupo de aquellos que no.

Empezando por los asientos de homologación, se puede deducir que no es imposible encontrar estos productos en el país, pero su adquisición se torna compleja y además costosa por factores como impuestos, aranceles y tasas de comisión de los importadores. Los precios de un asiento deportivo que cumpla normativas de cualquiera de las dos homologaciones oscilan entre los \$800 USD y los \$8.000 USD por unidad.

Se debe considerar que estos asientos son fabricados en base a materiales que cuentan con el peso y resistencia adecuados, estudios ergonómicos aplicados a sus procesos de diseño y el costo en su país de origen que generalmente es EEUU o Japón, es justificable por las horas de estudio, diseño, materiales y trabajo que conlleva fabricarlos desde cero; Todo esto sin tener en cuenta el hecho de que cuenta con una homologación otorgada.

Asientos OMP Champ – R



Figura 40. Análisis de características.

- El asiento está hecho en una sola pieza (tipo bucket).
- Fabricado en fibra de vidrio por método de infusión de polímero en molde.
- Recubrimiento de plástico en las ranuras para arneses (evita rasgaduras).
- Forrado en tela *velour*, similar al terciopelo.
- Peso total: 18,7 lbs
- Dos orificios para soportes laterales de fijación.
- Soportes laterales para hombros: 590 mm
- Soportes laterales para espalda media y baja: 490mm y 360 mm
- Soportes laterales para las piernas.
- Material absorbente de impacto que puede removerse para comodidad.
- Cuenta con materiales antideslizantes para mejorar la sujeción del piloto.
- Compatible para HANS y arneses de 4 y 5 puntos.
- Concordancia entre la altura de los hombros y los insertos posteriores.
- Ángulo de espaldar: 100°
- Líneas de los soportes laterales para hombros siguen la anatomía humana.

Asientos Sparco Rev II



Figura 41. Análisis de características.

- El asiento está hecho en una sola pieza (tipo *bucket*).
- Fabricado en fibra de vidrio por método de infusión de polímero en molde por vacío.
- Insertos de plástico para los arneses de tipo tapa de 3 piezas.
- Forrado en tela automotriz de alta resistencia, para evitar rasgaduras por desgaste.
- Peso total: 17,38 lbs.
- Cuenta con soportes laterales para hombros.
- Cuenta con soportes laterales para espalda media y caderas.
- Cuenta con soportes laterales para las piernas, de bajo perfil.
- Los dos cojines pueden removerse para comodidad o limpieza.
- Cuenta con materiales antideslizantes para mejorar la sujeción del piloto a nivel de los hombros.
- Compatible para HANS y arneses de 4 y 5 puntos.
- Concordancia de altura y ángulos de hombros-ranuras.
- Buena concordancia ergonómica entre la línea de la espalda del piloto y la forma del exterior del asiento.
- Líneas de los soportes laterales para hombros siguen la anatomía humana, cumpliendo la función de “abrazar” al piloto.
- Ángulo de espaldar: 105°

Asientos Tillett B6 XL – Screamer Carbon



Figura 42. Análisis de características.

- El asiento está hecho en una sola pieza (tipo *bucket*).
- Fabricado en fibra de carbono por método de infusión de resina Epoxi en molde de vacío.
- Recubrimiento de plástico/caucho en las ranuras para arneses (evita rasgaduras).
- Material expuesto a contacto directo, fibra de carbono curada.
- Peso total: 8,36 lbs.
- Soportes laterales para espalda media y baja: 450mm y 370 mm
- Soportes laterales para las piernas, de alto perfil.
- Material estructural de alta resistencia.
- Compatible para arneses de 4 y 5 puntos.
- Concordancia de altura y ángulos de hombros-ranuras.
- Concordancia ergonómica entre la línea de la espalda del piloto y la forma del exterior del asiento.

- Excelente concordancia entre la superficie de contacto del usuario con el asiento y la anatomía del cuerpo.
- Ángulo de espaldar: 116°

Análisis de productos provenientes de china.

Finalmente podemos encontrar los productos de origen chino, con diseños basados en los de algunas marcas principalmente japonesas y fabricados con materiales de mucha menor calidad que se pueden encontrar por alrededor de USD \$300 a \$500 c/u. Son asientos que, aunque tengan un diseño orientado a lo deportivo, siguen siendo considerados asientos de calle y no son ideales para competencia ya que no brindan al usuario la sujeción necesaria debido a la falta de soportes en puntos como las piernas y la cadera, ni tampoco están diseñados para soportar arneses de 5 puntos. El hecho de que sean asientos reclinables los hace incompatibles con varios aspectos de seguridad para carreras por temas por ejemplo como los mecanismos para reclinar el espaldar que podrían romperse o fallar en caso de un accidente, o la misma falta de sujeción lateral por la falta puntos de fijación para el piloto debido a que no cuentan con los insertos para los arneses de seguridad laterales.

Asientos de imitación Bride: USD \$600.00 (se venden sólo en pares)



Figura 43. Asiento de imitación Bride.



Figura 44. Asiento de imitación Bride.

- Disponibles para entrega inmediata.
- A la venta en tiendas de accesorios automotrices.
- Plástico, tela, alma de metal, cojines de poliuretano expandido y forrados en tela automotriz.
- Reclinable.
- Cuenta con sistema de rieles para regulación de la distancia del conductor a los pedales.
- No homologado.
- Insertos de plástico de baja calidad (fallas en las uniones).
- No cuenta con el soporte lateral suficiente para la espalda media ni baja, esto se debe a que es reclinable.
- Al no contar con soporte lateral, no se pueden incluir los insertos laterales para los arneses lo cual solo permite al conductor utilizar los insertos posteriores para fijarse al asiento.
- El soporte lateral para las piernas brinda algo de soporte, pero no es lo suficientemente alto para brindar un apoyo significativo como aquel necesitado en pista.

- Los cojines para el soporte lumbar son planos y sin ningún diseño centrado en lo ergonómico.
- USD \$600.00 (se venden sólo en pares)

Asientos de imitación Bride: USD \$800.00 (se venden sólo en pares)



Figura 45. Asiento de imitación Bride.


- Disponibles para entrega inmediata.
- A la venta tiendas de accesorios automotrices.
- Plástico, tela, alma de fibra de vidrio, cojines de poliuretano expandido y forrados en tela automotriz.
- Reclinable.
- Es de montaje fijo, es decir no cuenta con un sistema de rieles para regular la distancia del piloto a los pedales.
- No cuenta con homologación.
- Insertos posteriores de plástico.
- Cuenta con algo de soporte lateral para la espalda, pero no con el soporte para las caderas debido a que es un asiento reclinable.



- No tiene soportes laterales, por lo que solo permite al conductor utilizar los insertos posteriores y el de la parte inferior del asiento.
- El soporte lateral para las piernas brinda un apoyo bajo, esto se debe a que el diseño de este asiento está orientado a la calle y no para la pista.
- Los cojines para el soporte lumbar son planos y sin ningún diseño centrado en lo ergonómico, se evidencia un ligero cambio de espesor en el cojín de las piernas, pero no existe ergonomía en su diseño.
- USD \$800.00 (se venden sólo en pares)


Cuadro de características de productos analizados

Para analizar de manera cualitativa las propiedades de los diferentes asientos, se ha creado esta tabla en la cual se puede visualizar la calificación de la característica en cuestión como positiva (+) o negativa (-).

Tabla 1. Características de productos y calificaciones.

Marca/ Modelo	Imagen de referencia	Origen	Material/Diseño	Precio/ disponible en
Sparco Rev II		Italia/ Homo- logado FIA 8855- 1999	(+) Una sola pieza. (+) Fibra de vidrio (infusión por vacío). (+) Recubierto en gamuza. (+) Cojines de poliuretano expandido removibles. (+) Insertos de plástico. (-) Cojines no ergonómicos. (-) Soportes lumbares planos. (-) Espaldar cuadrado. (-) Soportes de hombros. (+) Soporte lateral para espalda baja.	USD \$800. Solo bajo importación.

			<ul style="list-style-type: none"> (+) Soporte de piernas. (+) Soporta arnés de 4 y 5 puntos. 	
Omp Champ R		Italia/ Homo- logado FIA 8855- 1999	<ul style="list-style-type: none"> (+) Una sola pieza. (+) Fibra de vidrio (infusión por vacío). (+) Recubierto con tela sintética asemejada al terciopelo (velour). (+) Cojines de poliuretano expandido removibles (+) Cojín de las piernas ergonómico. (-) Soportes lumbares planos (+) Soportes de hombros. (+) Soporte lateral para espalda baja. (+) Soporte de piernas. (+) Soporta arnés de 4 y 5 puntos. 	USD \$800. Solo bajo importación.
Bride/ imitación		China/ no homo- logado	<ul style="list-style-type: none"> (-) Dos piezas – reclinable. (-) Rieles para regulación. (-) Parte posterior de plástico. (+) Acolchonamiento de poliuretano expandido recubierto con tela. (-) Acolchonamiento lumbar e inferior plano/no ergonómico. (-) Alma de metal. 	USD \$600 por el par. Solo se venden en pares. Disponibles en ciertas tiendas de

			<ul style="list-style-type: none"> (+) Soportes de hombros. (-) No cuenta con soporte lateral para espalda baja. (-) No cuenta con suficiente soporte para las piernas. (-) No soporta arneses de 5 puntos. 	accesorios automotrices
Bride/ imitación		China/No homologado	<ul style="list-style-type: none"> (-) Dos piezas – reclinable. (-) Parte posterior de plástico. (+) Acolchonamiento de poliuretano expandido recubierto con tela. (-) Acolchonamiento lumbar e inferior plano/no ergonómico. (-) Alma de fibra de vidrio. (+) Soportes de hombros. (-) No cuenta con soporte lateral para espalda baja. (-) No cuenta con suficiente soporte para las piernas. (-) No soporta arneses de 5 puntos. 	USD \$800 por el par. Solo se venden en pares. Disponible en tiendas de accesorios automotrices.

Aquí se pueden evidenciar dos diferentes tipos de productos encontrados a nivel nacional. Se pueden encontrar productos que pueden costar de USD \$800 en adelante, son productos de homologación 8855-1999 y hechos por fabricantes internacionales de renombre que, aunque cuentan con un diseño obsoleto, están hechos de materiales de calidad y con procesos de diseño y manufactura respaldados por sus respectivas marcas.

6.3.6. Conclusiones del benchmarking

Tras analizar los asientos hallados a nivel nacional, se puede concluir lo siguiente:

- Los asientos de homologación 8855-1999 se fabrican mayormente en fibra de vidrio reforzada con polímero, y un porcentaje mínimo en fibra de carbono reforzada.
- Ni el material anti-impacto ni la tapicería interior para el asiento son mandatorios para esta homologación, aunque brindar acolchonamiento al piloto en los puntos de mayor estrés puede ayudar mucho.
- Los soportes laterales de piernas y espalda pueden tener tamaños variables, pero un perfil más alto brinda mayor seguridad y estabilidad al piloto, existe un equilibrio entre lo seguro y lo funcional; muy alto e ingresar al vehículo se complica, muy bajo y la sensación de seguridad se reduce.
- A pesar de que los pilotos necesitan apoyo lateral para su espalda, a la vez necesitan poder moverse y acceder a los elementos que tienen a sus costados y en frente.
- Debido a que la mayoría de diseños fueron creados hace varios años ya, los diseños de los asientos son más “cuadrados” y obsoletos. Los modelos más contemporáneos tienden a seguir mucho más la forma natural del cuerpo del piloto y a utilizar una cantidad menor de uno de los dos materiales que componen el asiento, la resina o las fibras.
- Esta tendencia de seguir cada vez más las líneas naturales del cuerpo y ahorrar materiales resulta en varios factores, positivos y negativos a la vez:

(+) Se ve estéticamente agradable, y se puede jugar mucho más con el diseño.

(+) El peso que se añade al vehículo es menor.

(-) La reducción de la cantidad de material puede mermar la rigidez del asiento.

(-) Si el asiento cuenta con un espesor muy bajo, puede fallar durante las pruebas de homologación.

- Generalmente, la pérdida de rigidez estructural debido a la utilización de una menor cantidad de uno de los dos (o ambos) materiales se compensa utilizando versiones con niveles de resistencia más elevados que los normales, es decir:
- Se fabrican asientos de homologación 8855-1999 con diseños más ergonómicos y livianos, pero se los fabrica en fibra de carbono en vez de fibra de vidrio lo que añade una resistencia mucho mayor a sus capacidades, por ende, se puede utilizar menos resina y utilizar formas más naturales y orgánicas.
- Se fabrican asientos híbridos, utilizando más de un tipo de fibra para reforzarlas con una menor cantidad de resina. Por ejemplo, fibra de vidrio con carbono no entrelazado.
- En conclusión, si se fabrican asientos de fibra de vidrio deberá ser con resinas de mayor resistencia, pero teniendo en cuenta que el diseño no podrá ser tan orgánico ya que deberá ayudar a presentar la rigidez necesaria en los puntos de mayor inflexión debido a que la fibra de vidrio por sí sola no presenta una resistencia comparable a la de la fibra de carbono o la de las aleaciones.
- Las aletas de soporte para los hombros no son un requerimiento para la homologación, pero su presencia ayuda grandemente a los pilotos proporcionando agarre y sujeción adicional que los asientos que no cuentan con aletas no pueden proporcionar.
- Las aletas pueden apuntar a los costados o hacia el frente, esto hace que la sensación de sujeción varíe; aletas más abiertas es igual a menor sujeción lateral a nivel de los hombros.
- Posición más ergonómica = rodillas más elevadas y espalda semi -reclinada.
- Los asientos de fabricación china no son aptos para pista, esto se debe a la falta de soporte lateral en las piernas y cadera, y a que son asientos reclinables.
- Estos asientos son los más comunes y adquiridos por el público, los principales motivos son los precios accesibles y el diseño del asiento que se orienta al tipo de asiento de calle más no al de pista.

- El plástico y la fibra de vidrio utilizados en estos modelos no es de buena calidad, es por eso que los fabricantes crean “tapas” para las partes posteriores hechas de plástico termo formado con el fin de esconder los verdaderos acabados del asiento.
- Lo mismo se hace con los cobertores y recubrimientos del asiento, se fijan a la estructura del mismo para evitar su remoción.
- Según usuarios que utilizan estos asientos, lo más complicado es limpiarlos debido a que los cobertores o cojines de la espalda no son removibles.
- En ninguna de las dos clases de asientos encontrados en el país (homologados y no homologados) se puede evidenciar algún tipo de opción de personalización por parte del fabricante.

6.3.7. Antropometría aplicada a esta propuesta

Para esta propuesta de diseño se ha decidido tomar como referencia gran parte de las medidas antropométricas pertenecientes al 95 percentil de la población, específicamente de hombres de 18 a 65 años de origen latinoamericano. Estas medidas corresponderán a la talla más grande de la gama de este producto, se espera realizar análisis posteriores para determinar los percentiles adecuados para el resto de tallas. Las medidas a considerarse para el proyecto son las siguientes:

MEDIDA	HOMBRES				MUJERES			
	Percentil		Percentil		Percentil		Percentil	
	5	95	5	95	5	95	5	95
	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
A Altura poplítea	15.5	39.4	19.3	49.0	14.0	35.6	17.5	44.5
B Largura nalga-poplítea	17.3	43.9	21.6	54.9	17.0	43.2	21.0	53.3
C Altura codo reposo	7.4	18.8	11.6	29.5	7.1	18.0	11.0	27.9
D Altura hombro	21.0	53.3	25.0	63.5	18.0	45.7	25.0	63.5
E Altura sentado, normal	31.6	80.3	36.6	93.0	29.6	75.2	34.7	88.1
F Anchura codo-codo	13.7	34.8	19.9	50.5	12.3	31.2	19.3	49.0
G Anchura caderas	12.2	31.0	15.9	40.4	12.3	31.2	17.1	43.4
H Anchura hombros	17.0	43.2	19.0	48.3	13.0	33.0	19.0	48.3
I Altura lumbar	Véase nota							

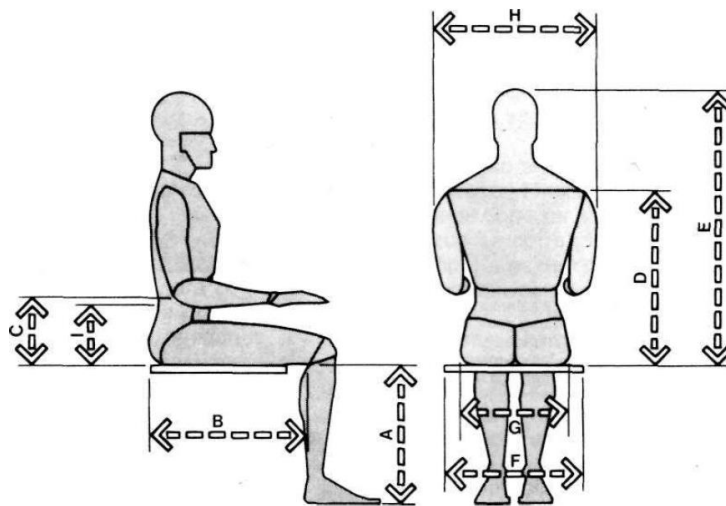


Figura 46. Cuadro de percentiles para diseño de asientos.

Tomado de: Panero & Zelnik, (1984).

Dimensiones		18 - 65 años (n=396)				
		Percentiles				
		\bar{x}	D.E.	5	50	95
1	Peso (Kg)	73	12.33	55.31	72.10	97.30
2	Estatura	1675	62.80	1576	1668	1780
3	Altura de ojos	1550	61.80	1447	1546	1651
4	Altura oído	1538	63.70	1439	1534	1635
6	Altura hombro	1380	58.49	1281	1377	1477
7	Altura codo	1068	55.02	988	1065	1145
8	Altura codo flexionado	969	40.81	906	969	1046
9	Altura muñeca	825	39.49	757	822	919
10	Altura nudillo	740	43.56	680	740	800
11	Altura dedo medio	639	35.31	584	638	697
33	Diámetro a-p cabeza	198	8.98	182	194	205
51	Altura mentón	1442	61.20	1337	1440	1544
52	Altura trocánter may.	873	44.61	810	872	940

Figura 47. Cuadro de dimensiones corporales de trabajadores masculinos de 18 a 65 años.

Tomado de: R. Ávila, R. Prado & E. Gonzáles, (2007).

6.3.8. Brief de diseño

Para este proyecto se busca diseñar:

Un asiento para carreras de circuito/autódromo para autos deportivos que no sean monoplazas, que cumpla la función de brindar al piloto soporte, comodidad y seguridad al momento de competir; todo esto cumpliendo los parámetros de la normativa de homologación FIA 8855-1999. El asiento deberá brindar apoyo y soporte lateral para la espalda, caderas y piernas del piloto. También deberá brindar la mayor comodidad posible basando su diseño en parámetros ergonómicos y antropométricos.

Respecto a la parte estética, se deberá diseñar utilizando materiales que cumplan con el objetivo de brindar al piloto el soporte necesario mientras que a la vez muestran un diseño sobrio y fácil de cuidar y mantener. Se deben implementar telas con tonalidades seleccionadas entre una gama de colores que ayuden a que la apariencia del asiento no se vea sucia o desgastada, tomando en cuenta el ámbito en el que se va a desarrollar el producto. Se deberá forrar y recubrir las partes acolchonadas del asiento con tela de la tonalidad seleccionada, no es necesario recubrir todo el asiento y se puede dejar material

estructural visto. Se puede utilizar como referencia de forma a las líneas naturales de la figura humana, específicamente la de la espalda y los hombros, todo para lograr un diseño con líneas orgánicas basadas en la ergonomía.

Deberá diseñarse y fabricarse en la región sierra del país, con mano de obra y procesos locales. Se espera comercializar el asiento a nivel nacional, ubicándolo en directa competencia con los demás asientos encontrados en el medio; utilizando un método de venta de entrega post pedido a lo largo del territorio nacional y posteriormente internacional.

6.3.9. Necesidades interpretadas del usuario:

1. El asiento brinda la suficiente sujeción lateral a nivel de las piernas, se mantiene una altura de soportes laterales acorde a la de los muslos del piloto.
2. El asiento brinda la suficiente sujeción lateral a nivel de los hombros, evitando que el usuario se desenganche del interior del asiento en estas partes.
3. El asiento cuenta con un ángulo de espaldar cómodo que genere una posición de manejo no forzada para el piloto.
4. El asiento permite al usuario mover sus brazos libremente mientras está sentado y a la vez le permite alcanzar los instrumentos que se encuentran en frente y a un costado del asiento.
5. El asiento sostiene las piernas del piloto en un ángulo tal que el alcance a los pedales es cómodo y fácil.
6. El asiento brinda comodidad al piloto mientras este se encuentra sujetado y fijamente apegado al asiento a través de los arneses de seguridad.
7. El asiento cuenta con las ranuras para arneses necesarias, de 4 a 5.
8. Que el asiento esté fijo a la estructura del vehículo y a la vez sea de una sola pieza.
9. Que las piezas de los cojines sean fáciles de quitar para poderlas lavar.

6.3.10. Determinantes de diseño

El asiento diseñado para este proyecto deberá cumplir las determinantes asignadas dentro de los siguientes ámbitos:

6.3.10.1. Seguridad

1. Ser diseñado en una sola pieza, estilo “*bucket*”.
2. Contar con las montas para la fijación del asiento a la carrocería del vehículo.
3. Contar con mínimo 4 y máximo 5 orificios para el paso de los arneses de seguridad. Dos deben ubicarse a la altura de los hombros en el espaldar, dos a los costados a la altura de la pelvis y el último en la parte inferior del asiento para soportar aquellos arneses que sean de 5 puntos.
4. El ángulo en el cual se ubiquen los insertos debe buscar reducir la fricción de los arneses con los mismos al nivel mínimo.
5. Sujetar y brindar apoyo lateral al piloto a nivel de las piernas y utilizar soportes en sentido vertical que tengan un perfil alto (70 mm MIN).
6. Brindar apoyo lateral al piloto a nivel de dorso y caderas; permitiendo a la vez un movimiento libre de sus brazos para alcanzar elementos dentro del vehículo.
7. Sujetar al piloto a nivel de los hombros evitando el movimiento lateral, a través del diseño de soportes de hombros a modo de “aletas”
8. Regirse a la forma natural del cuerpo en la mayoría de lo posible, buscando crear una posición ideal de manejo que sujete al piloto de la manera más ergonómica y segura, manteniendo al piloto lo más fijo posible en caso de accidente.
9. Contar con material absorbente de impactos en las partes del asiento que son de mayor impacto para el usuario (hombros, dorso, lumbares, piernas y glúteos).

6.3.10.2. Producción/diseño industrial

1. Cumplir con la normativa impuesta por el anexo de homologación FIA 8855-1999.
2. Ser diseñado en una sola pieza, estilo “*bucket*”.
3. Todas las partes metálicas (pernos, rodajas, tuercas, etc.) deberán estar hechas de acero o aleación con acero de una resistencia elástica mínima de 450 N/mm².

4. Estar fabricado con fibra de carbono reforzada con resina Epoxi, siguiendo los pasos de fabricación acordados.
5. Los insertos para los arneses de seguridad en las partes laterales, posterior e inferior del asiento deben ser un mecanismo de tres partes (pieza del centro y dos tapas) y estar fabricadas en plástico semi flexible de filamento PETG mediante un proceso de impresión 3D o moldeo por inyección, garantizando su calzado perfecto.
6. Todos los bordes del asiento finalizado deberán estar redondeados hacia el exterior de la estructura.
7. Ser fabricado en base al proceso de producción de piezas por infusión mediante vacío.
8. Ser fabricado en el material seleccionado: Fibra de carbono entrelazada compuesta/reforzada.
9. Seguir a cabalidad todos los pasos para la fabricación de la pieza de acuerdo al material seleccionado, todos enlistados en la guía de fabricación.
10. No exceder un peso de 17 lbs. (7,73 kgs.)
11. Contar con las siguientes medidas con su(s) material(es) definitivo:

A. (520 min – 625 max) mm

B. (590 min – 620 max) mm

C. (420 min – 490 max) mm

D. (870 min – 900 max) mm

E. (380 min – 395 max) mm

G. (470 min – 480 max) mm

H. No aplica.

I. No aplica.

L. (575 min – 655 max) mm

F. (350 min – 435 max) mm

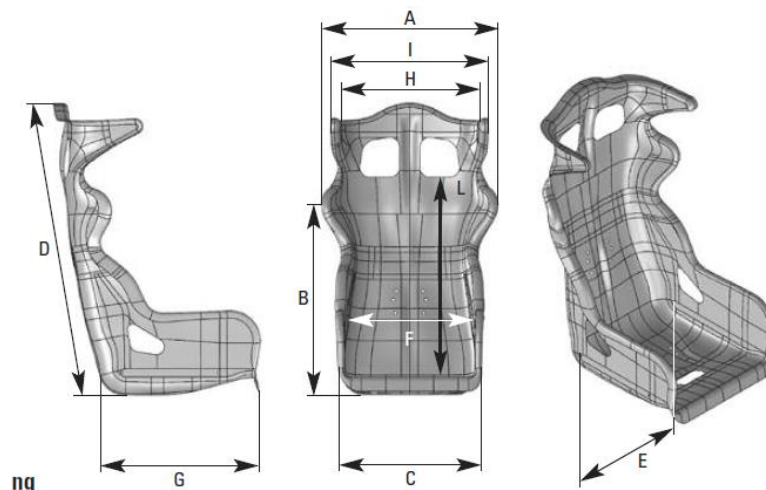


Figura 48. Referencia de medidas mínimas y máximas.

Adaptado de Omp s.f.

12. El material absorbente de impactos deberá ser poliuretano flexible expandido en forma de cojines o retazos adheridos a la estructura.
13. Los cojines inferiores deberán ser removibles con la finalidad de facilitar su limpieza, se deja el diseño a criterio del diseñador.
14. Los orificios ubicados en los costados deberán estar ubicados al menos a 600mm de altura desde la base de la estructura del asiento, y contar con un ángulo que facilite el movimiento de los arneses.
15. Los orificios ubicados en el espaldar deberán estar ubicados en relación a la altura de los hombros del piloto, deberán tener una altura interna mínima de 110mm para compensar la altura variable de algunos pilotos.
16. Se deberá fabricar el asiento en talleres e instalaciones ubicadas en la región sierra del Ecuador, principalmente en las ciudades de Ambato y Quito, por su cercanía geográfica y el fácil acceso a su industria, relacionada principalmente con el ensamblaje de automóviles y la fabricación de piezas, repuestos y carrocerías.

6.3.10.3. Ergonomía/antropometría:

1. El asiento deberá contar con las medidas necesarias para acomodar al 95 percentil de la población masculina latinoamericana.
2. Los insertos para los arneses de seguridad a nivel de los hombros deben estar ubicados a una altura que pueda acomodar al 95 percentil de la población.
3. El asiento debe brindar apoyo acolchonado a nivel lumbar, dorsal y de los hombros.
4. Las curvas del diseño del asiento deben procurar ajustarse a la anatomía humana, especialmente en la zona superior del asiento (hombros y dorso).

5. El acolchonamiento de la zona de las piernas debe ser ergonómico y permitir que las rodillas del piloto apunten hacia el frente o ligeramente hacia arriba, según su preferencia.
6. El acolchonamiento de la parte inferior (zona de los glúteos) debe contar con un diseño centrado en la anatomía humana y ayudar a direccionar los muslos del piloto en un ángulo que apunte ligeramente hacia arriba y encaje de manera correcta con el acolchonamiento para las piernas.
7. El diseño del acolchonamiento para la zona lumbar debe brindar el apoyo necesario requerido por el piloto en la zona de las vértebras lumbares; referencia en sección ergonomía de aspectos normativos.
 1. Medida mínima de apoyo lumbar: 0.00 mm
 2. Medida máxima de apoyo lumbar: 30.00 mm
8. El acolchonamiento de las partes dorsal y de los hombros debe cubrir la zona de contacto del usuario con la estructura, buscando generar confort y sujeción.
9. El asiento debe contar con acolchonamiento en la parte superior del espaldar para proteger la cabeza del piloto.

6.3.10.4. Estética/diseño/imágen:

1. La tonalidad elegida para la fibra de carbono será negro mate.
2. Se deberá fabricar el asiento en orden tal que su material final quede expuesto hacia la parte posterior del asiento, es decir, las fibras entrelazadas de carbono mezcladas con resina transparente/brillante serán el acabado final de la parte estructural del asiento.
3. El material asignado para cubrir las partes acolchadas con espuma del interior del asiento deberá ser elegido entre gamuza o tela automotriz de colores.
4. Los pernos y tornillos utilizados para fijar tanto el asiento a las montas como la estructura completa al compacto del vehículo deberán estar cromados.

6.3.10.5. Personalización

1. El usuario podrá elegir entre diferentes tipos de cojines, dependiendo de sus gustos.
2. El usuario podrá elegir entre algunas configuraciones para su soporte lumbar.
3. El usuario podrá elegir el color de la tela automotriz o la gamuza para las piezas que recubran las partes acolchonadas del asiento (entre una gama expuesta posteriormente).
4. El usuario podrá combinar el color de la tela de su elección con un hilo que cuente con una cromática acorde a su gusto (entre una gama expuesta posteriormente).
5. El usuario podrá elegir entre tres alternativas de diseño para los cojines de la zona lumbar. Deben estar disponibles:
 - Una alternativa de apoyo mínimo.
 - Una alternativa de apoyo medio.
 - Una alternativa de apoyo alto.
6. El usuario podrá elegir entre dos alternativas de diseño para los cojines de la zona de las piernas, estas variarán en el ángulo final de ubicación de las rodillas. Deben estar disponibles:
 - Una alternativa de elevación media.
 - Una alternativa de elevación alta.
7. El usuario podrá solicitar que el logotipo o isotipo del asiento ubicado en la parte de la cabecera cuente con una cromática específica (seleccionada entre una gama expuesta posteriormente).
8. El usuario podrá elegir (entre una gama expuesta posteriormente) el color de la pintura de las montas de fijación al vehículo para su asiento.
9. El filamento o plástico para la fabricación de los insertos para los arneses podrá contar con una cromática a elección del usuario (entre una gama expuesta posteriormente).

6.4. Etapa 2 - Desarrollo a nivel de sistemas:

6.4.1. Pruebas ergonómicas

Las pruebas para determinar los parámetros de ergonomía para el diseño se realizaron con el objetivo de generar conceptos de diseño que satisfagan y cumplan las necesidades de comodidad, ergonomía y usabilidad que los pilotos requieren. Para este análisis ergonómico, la información obtenida por parte de los pilotos y el benchmarking es de suma importancia, ya que aporta directrices que nos guían hacia un diseño que genere la mayor cantidad de soluciones posibles. La información tomada en cuenta para esta fase es la que se ha obtenido del análisis de posición preferencial y usabilidad/interacción del producto con los pilotos, sus preferencias de diseño concedidas en la entrevista y también la guía que nos proporciona el benchmarking. Toda esta información se analiza y los resultados se unifican con el análisis antropométrico realizado para lograr generar modelos conceptuales que desde esta fase ya nos puedan aportar información útil y nos den una idea clara del camino a seguir en el proceso de diseño.

Para empezar, se realiza un plano cartesiano de 180° con la finalidad de ubicar en él las tres propuestas de ángulos para la posición del espaldar del asiento, el cual determinará la posición final del piloto al momento de conducir el vehículo. El ángulo se mide desde el valor 0 en el eje X hasta la línea imaginaria que traza la posición de la espalda baja del piloto. Los tres ángulos seccionados como referenciales para las pruebas son 100°, 110° y 115°.

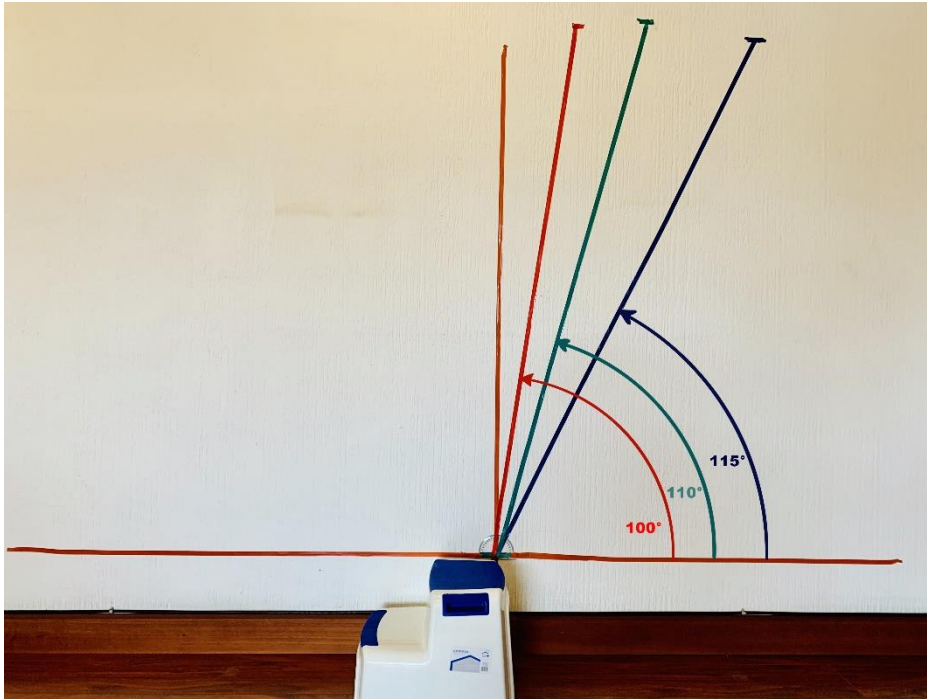


Figura 49. Plano con ángulos de referencia.

6.4.2. Modelos ergonómicos 2d

Para la generación de los modelos bidimensionales de ergonomía se realizan tres pasos, los cuales consisten en:

1. Ubicar al usuario estudiado en la posición que manda la prueba, es decir ubicar su espalda baja en el ángulo correcto, en este caso a 105° en relación al eje X y se le pide que emule una posición de manejo similar a las ya analizadas en los pilotos. Se debe considerar que, según la antropometría del usuario, el ángulo de la espalda en relación al eje X disminuye a la altura de los omóplatos y la línea del espaldar del asiento debe cambiar acorde a la ergonomía de la espalda para poder generar la posición de manejo más cómoda posible.



Figura 50. Ejercicio con ángulo de 105°.

2. Una vez trazada la línea de la espalda, se procede a ubicar la línea inferior del asiento que referencialmente se halla paralela al eje X del plano y empieza en el punto de inflexión de la espalda baja con las caderas y se termina debajo de las rodillas del usuario. A la vez, se calcula la altura total del espaldar tomando en cuenta la antropometría correspondiente a la altura del usuario sentado y el margen que se necesita para que el casco que utiliza el piloto se mantenga dentro de los bordes o límites del asiento y se prosigue a ubicar las aletas de protección de los hombros a su debida altura.



Figura 51. Ejercicio de estudio de ángulo y posición.

3. Se mide la altura de los muslos del usuario mientras está sentado y se determina una altura para los bordes de protección lateral para las piernas, se debe considerar que la altura de los laterales del asiento debe ser mayor a la de

los muslos del usuario con la finalidad de brindar la mayor sujeción y fijación al asiento como sea posible. Esta línea nace más arriba de la rodilla del usuario y se termina a la altura de la pelvis, perpendicular al ángulo de sus codos semi flexionados. Se unifica esta línea con la generada para el soporte lateral de la espalda, obtenida de medir el espesor del tronco del usuario al estar sentado.



Figura 52. Establecimiento de alturas para componentes.

Una vez finalizada la creación del modelo ergonómico, se ubica al usuario en una posición que emule a aquella representada en el modelo y se le pide que proporcione sus primeras impresiones y opiniones respecto a la posición del espaldar y la sensación en general de estar en dicha posición.

Se generan en total tres modelos utilizando espaldares con ángulos de 105°, 110° y 114°, se detallan las propuestas a continuación.

Ángulo del espaldar: 105°

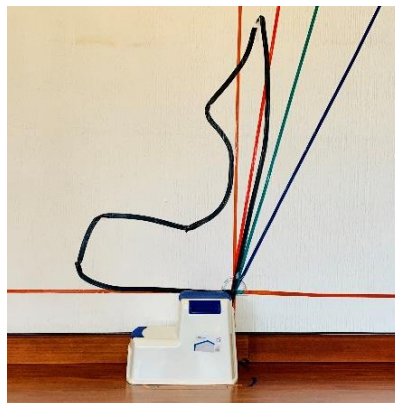


Figura 53. Ejercicio con ángulo de 105°.

Ángulo del espaldar: 110°

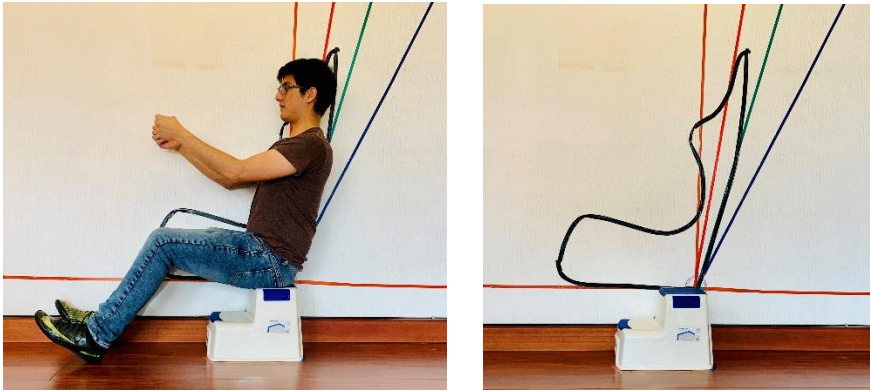


Figura 54. Ejercicio con ángulo de 110°.

Ángulo del espaldar: 114°

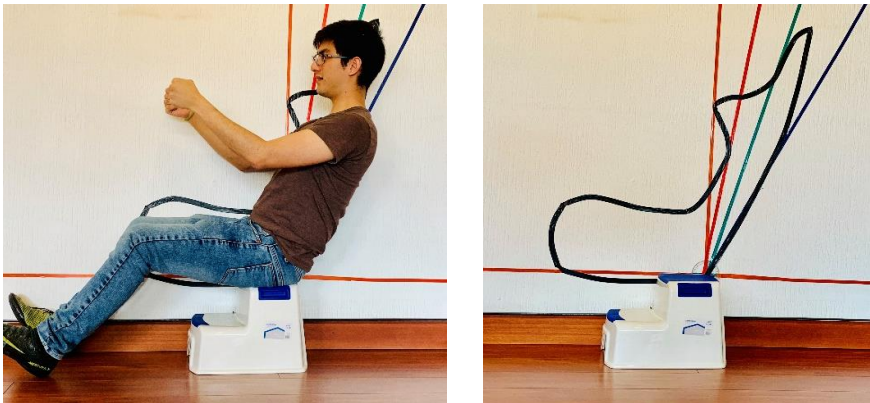


Figura 55. Ejercicio con ángulo de 115°.

6.4.3. Conclusiones de las pruebas con modelos 2d

Después de recibir retroalimentación por parte del usuario y de analizar las tres posturas de manera detallada, se llega a las siguientes conclusiones:

1. La posición del espaldar que ofrece el modelo ergonómico número tres, la cual es generada a partir de un ángulo de 114°, es considerada por el usuario como la más cómoda y natural.
2. Según esta prueba, el usuario puede extender sus pies con mayor comodidad y mover sus extremidades inferiores con mayor libertad en un modelo con un espaldar diseñado a partir de un ángulo de al menos 110°.

3. Aunque se considera más cómodo el modelo número tres, exagerar o exceder el ángulo del espaldar podría resultar en una posición muy reclinada, lo cual resultaría en una visibilidad reducida.
4. La altura de los soportes laterales para las piernas se reduce a medida que el usuario se reclina cada vez más.
5. Mientras más arriba termine la línea del soporte lateral de la espalda, es mayor el alcance que el usuario tiene hacia sus costados.

6.4.4. Prototipo rápido en escala 1:1

Una vez analizadas las conclusiones de las pruebas con modelos bidimensionales ergonómicos, se procede a realizar un modelo a escala real en materiales reciclados en base a bocetos iniciales. Con la realización de este modelo se pretende analizar la interacción del usuario con un asiento que nace en base a la elección de la posición más cómoda, con información obtenida por parte de los pilotos en las entrevistas y con el usuario en las pruebas bidimensionales.

Cabe recalcar que, aunque este modelo tenga una escala real y se pueda asemejarse a cualquier tipo de asiento existente, no cuenta con las características para considerársele un modelo de alta fidelidad ni como prototipo final. Se pretende ir encontrando directrices de diseño de la mano del usuario a medida que se construye el modelo, con el objetivo de encontrar el diseño más ergonómico posible y que se adapte a las necesidades reales de un piloto.

6.4.5. Prototipo rápido n° 1

Para la realización del modelo, se toma como pieza inicial a un cartón corrugado reciclado. Se eligió este diseño debido a que cuenta con 5 dobleces en sentido horizontal y 2 en sentido vertical que facilitan la adaptación de su forma a una que se asemeje a la cáscara (*shell*) de un asiento deportivo. También se considera que el ancho de la pieza central del cartón es de 385 mm, lo cual es

bastante acercado a las medidas antropométricas de ancho de caderas del usuario sentado elegidas para este proyecto (400-420mm). Como siguiente paso, se procede a unir las solapas laterales del cartón con cinta adhesiva, mientras se forma un espaldar que tenga un ángulo de 114°.

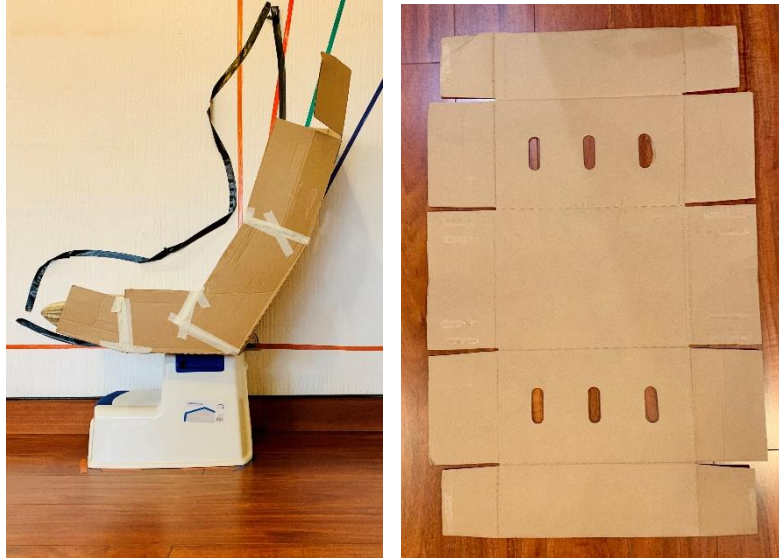


Figura 56. Primera fase de construcción de prototipo rápido.

Una vez unidas las solapas se obtiene una forma inicial, que nos brinda la primera pauta de cómo se vería este modelo. Como paso siguiente, se adhiere una extensión al largo total del modelo con el objetivo de coincidir con las medidas del modelo escala 1:1 que dictan que la altura desde el punto de inflexión del espaldar hasta la punta superior del asiento debe ser entre 870mm y 920mm, se decidió ubicar la punta a 89mm. Se añade también un pedazo de cartón que será utilizado para moldear la aleta de protección lateral para hombros, y se procede a darle una forma inicial hasta la parte superior. En la parte de los soportes laterales de las piernas, se adhiere un pedazo de cartón y consecuentemente se finaliza estilizando todo el borde lateral del asiento.



Figura 57. Segunda fase de construcción de prototipo rápido.



Figura 58. Factores considerados al momento de fabricar el prototipo.

En este punto se obtiene el modelo ergonómico con una forma lograda en base a pruebas y colaboración con retroalimentación por parte del usuario, se busca encontrar un diseño para los soportes laterales que brinde al usuario la sujeción necesaria, no limite su movilidad y al mismo tiempo permita alcanzar con facilidad los instrumentos de seguridad de la cabina que se encuentran en la parte lateral del piloto.



Figura 59. Pruebas de alcance para determinar medidas de apoyos laterales.

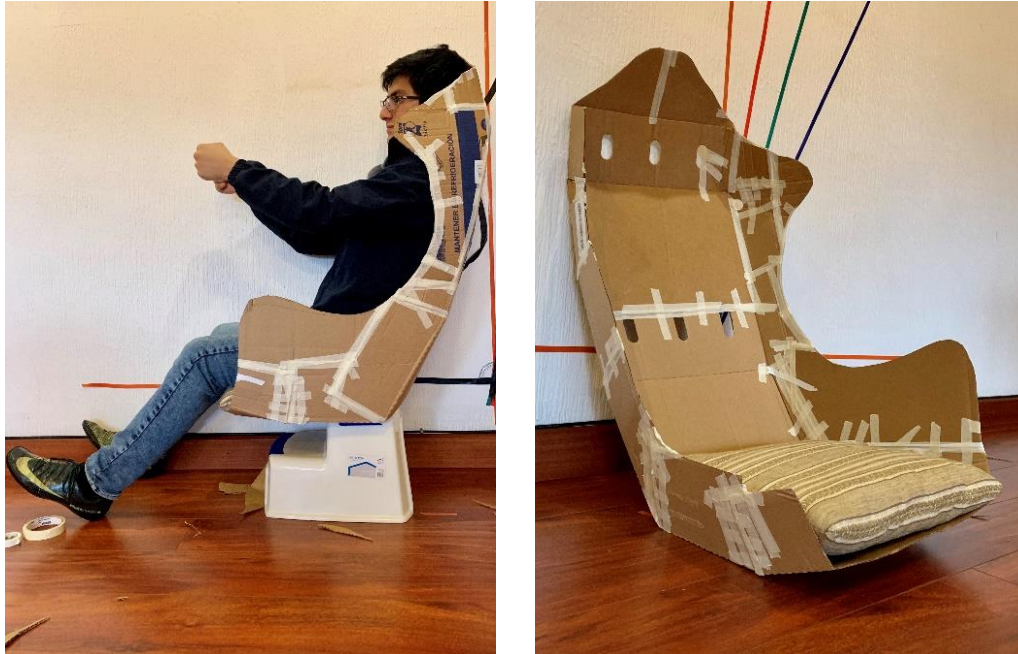


Figura 60. Prototipo rápido n° 1 terminado.

6.4.6. Hallazgos de la primera prueba

Inicialmente se planificó realizar este modelo dejando uno de sus dos lados en bruto, con el fin de poder apreciar los cambios que se habían realizado a la forma inicial del cartón hasta llegar a obtener un modelo de mediana fidelidad en escala 1:1. Pero, tras un análisis de la forma del prototipo rápido número uno, se decidió

completar el lado que restaba, únicamente que para esta etapa se realiza una variación; en vez de completar el asiento simétricamente con el mismo diseño de la propuesta generada en el primer lado, se realiza una segunda propuesta de diseño tomando en cuenta los hallazgos siguientes provenientes de las pruebas de usabilidad e interacción con el usuario en el primer escenario:

- Cuando la curva inferior de las aletas de protección de los hombros termina más cerca de las costillas que de la axila, es decir más hacia abajo, resulta un poco más incómodo para el usuario moverse con libertad y extender su brazo hacia el costado.
- Si la aleta tiene un ángulo muy pronunciado hacia los costados, es decir es muy abierta, no brinda al usuario la sujeción suficiente lo cual resulta en la disminución de la sensación de que el asiento “abraza” al piloto
- Si los soportes laterales para la espalda tienen un ángulo muy abierto, de igual manera se pierde la sensación de que el asiento “abraza” al piloto, ya que no encaja de manera justa y el usuario no se siente fijo.
- Las aletas de protección lateral no deben ser exageradamente altas.



Figura 61. Análisis de correcciones para prototipo n° 2.

6.4.7. Prototipo rápido n° 2

Para la realización de la segunda propuesta de prototipo rápido, se diseña la aleta de protección de hombros en primer lugar y se le realizan variantes de diseño en referencia al modelo n°1 que incluyen:

- Un ángulo menos pronunciado en sentido horizontal, es decir, la punta de la aleta apunta más hacia el frente que hacia el costado y también cuenta con una longitud menor.
- Los soportes laterales ahora tienen un ángulo menor hacia los en sentido horizontal, es decir que en esta propuesta apuntan más hacia el frente que hacia el costado.
- La línea del soporte lateral ahora termina más cerca de la axila que en el prototipo rápido n° 1.
- Los soportes laterales para las piernas ahora cuentan con una altura menor, y un ángulo que apunta más hacia arriba.



Figura 62. Ejercicio con ángulo de 110°.

6.4.8. Variables de diseño:

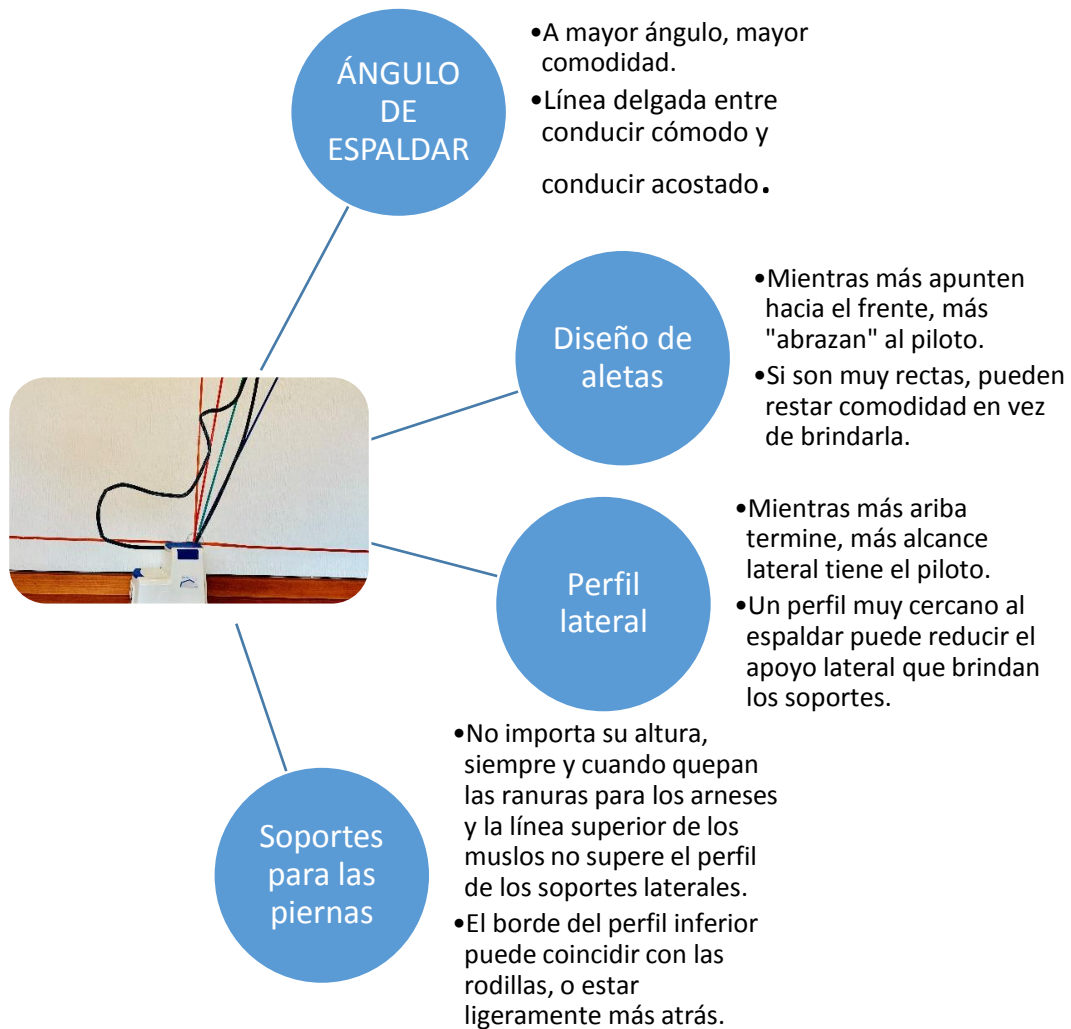


Figura 6

63. Cuadro de variables de diseño.

6.4.9. Validación del prototipo rápido en contexto

Para la realización de esta fase de validación se procede a colocar el prototipo dentro de la cabina de un vehículo de escala real. En primera instancia pensó ubicar el asiento en ambos lados de la cabina para comprobar ambas propuestas, pero tras analizar el diseño de las dos propuestas se determinó que la segunda propuesta tenía más características sobresalientes que la primera, por lo tanto se procede a realizar la validación de únicamente la segunda propuesta buscando conocer si es que el diseño de la misma ayuda al piloto al

momento de alcanzar los instrumentos que se encuentran en la cabina y si el asiento le brinda comodidad en cuanto a su posición.

Para la simulación de las montas del asiento al auto se ha utilizado un banquillo que nos permite ubicar el asiento en una altura determinada de 22 cms, medida obtenida de los aspectos referenciales analizados y también de la referencia de los asientos de fábrica del vehículo.

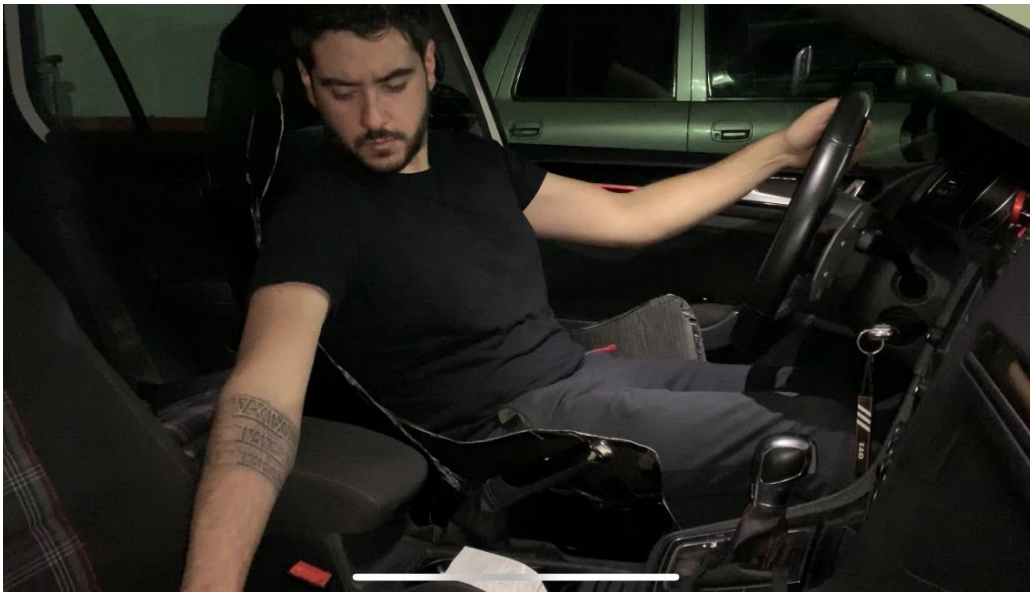


Figura 64. Prueba de alcance de elementos laterales.



Figura 65. Prueba de alcance de elementos frontales.



Figura 66. Prueba de posición de manejo.

6.4.10. Hallazgos y conclusiones de la validación

Tras analizar y observar las imágenes y analizar la retroalimentación proporcionada por parte del usuario se pudo determinar que, debido al diseño de los soportes laterales de esta propuesta, el usuario tiene mayor facilidad al momento de ubicar elementos que se encuentran a su costado, como es el caso de el extintor de incendios que generalmente se ubica a un costado del piloto cerca del piso. La postura fue descrita como cómoda, la inclinación de 114° mantiene al usuario en una posición de manejo más relajada, se debe tener en cuenta que con ayuda de las montas el asiento puede ser regulado en altura y en inclinación hasta cierto punto.

En cuanto a la sujeción a nivel de hombros, se determina que las aletas se sentían mejor al estar más orientadas hacia el costado con las puntas apuntando hacia el frente, y que ahora se podía palpar de mejor manera el soporte necesario al momento de simular los movimientos corporales que se pudieran producir en la pista.

Se determinó también que resulta más incómodo para el usuario cuando la curvatura del arco de soporte lateral tiene un ángulo muy cerrado o termina muy lejos de la altura de los hombros, y que diseñar con la curva más cerca de los

hombros ayuda a facilitar la movilidad al usuario para ingresar al vehículo, y a mejorar su alcance lateral para los instrumentos.



Con la información y retroalimentación recibidas, se procede a continuar la siguiente fase de diseño entrando a la fase de diseño a detalle.




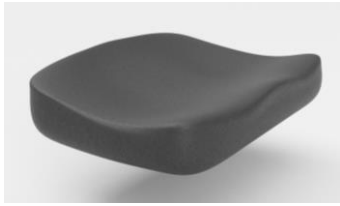
6.5. Etapa 3: Diseño a detalle

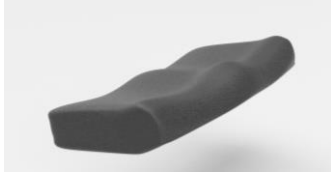

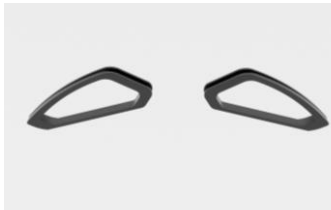

Para la etapa de diseño a detalle, se toma toda la información recopilada a lo largo de la fase de diagnóstico y se procesa de manera tal que se obtenga un claro panorama del diseño, es decir, con todos los datos, retroalimentación y preferencias que se obtuvieron por parte de los pilotos y los usuarios de las pruebas ergonómicas y de contexto, se procede a realizar un diseño de alta fidelidad en un software de diseño paramétrico tridimensional, que en este caso será Autodesk Fusion 360.

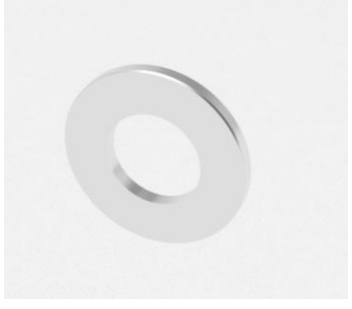

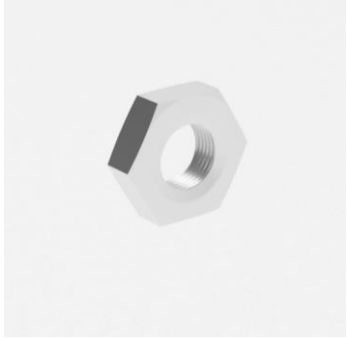
6.5.1. Detalle de componentes

Tabla 2. Detalle de componentes y sus características.

COMPONENTE	MATERIAL	FABRICACIÓN	CANTIDAD
<p>Cáscara</p> 	<p>Fibra de carbono reforzada con resina epoxi</p>	<p>Moldeo con infusión de resina mediante vacío</p>	<p>1</p>
<p>Acolchonamiento De hombros</p> 	<p>Poliuretano expandido recubierto con tela</p>	<p>Moldeado con inyección a molde o fabricación manual</p>	<p>2</p>

<p>Acolchonamiento de columna y dorso</p> 	<p>Poliuretano expandido recubierto con tela</p>	<p>Moldeado con inyección a molde o fabricación manual</p>	<p>1</p>
<p>Cojín de soporte lumbar tipo 1</p> 	<p>Poliuretano expandido recubierto con tela</p>	<p>Moldeado con inyección a molde o fabricación manual</p>	<p>1</p>
<p>Cojín de soporte lumbar tipo 2</p> 	<p>Poliuretano expandido recubierto con tela</p>	<p>Moldeado con inyección a molde o fabricación manual</p>	<p>1</p>
<p>Cojín de soporte de glúteos</p> 	<p>Poliuretano expandido recubierto con tela</p>	<p>Moldeado con inyección a molde o fabricación manual</p>	<p>1</p>
<p>Cojín de soporte de piernas tipo 1</p>	<p>Poliuretano expandido</p>	<p>Moldeado con inyección a molde o</p>	<p>1</p>

	recubierto con tela	fabricación manual	
Cojín de soporte de piernas tipo 2 	Poliuretano expandido recubierto con tela	Moldeado con inyección a molde o fabricación manual	1
Insertos para arneses de seguridad posteriores 	Polímero PET-G semi flexible	Moldeo por inyección o modelado por impresión	2
Insertos para arneses de seguridad Laterales	Polímero PET-G semi flexible	Moldeo por inyección o modelado por impresión	2
Montas de fijación 	Acero o aleación	Corte Perforación Suelda Pintura	2
Arandela / Espaciador 2mm	Acero o aleación	-	8

			
<p>Tornillo de cabeza hexagonal 14mm</p> 	<p>Acero aleación</p>	<p>o -</p>	<p>4</p>
<p>Tuerca para tornillo de 14mm</p> 	<p>Acero aleación</p>	<p>o -</p>	<p>4</p>

6.5.2. Diseño y modelado de componentes

Para la realización de este proceso de modelado, se utiliza el modelo tridimensional de un ser humano que cuenta con las medidas antropométricas del percentil elegido para modelar este asiento, pertenecientes al 95 percentil y están detalladas en la etapa de desarrollo de concepto. El modelo humano fue ubicado en una posición similar a la descrita como natural o ideal por los pilotos entrevistados, con el fin de facilitar el modelado alrededor de su figura. También se ubicó una de sus extremidades en una posición tal, que simule la acción de

alcanzar algún elemento ubicado a su costado derecho que, en un escenario real, se traduciría a un extintor de incendios que generalmente se ubica en esa posición.

A continuación, se detallan el objetivo del diseño de cada componente, la justificación de su diseño y el resultado del modelado paramétrico de cada uno de los componentes con sus especificaciones técnicas:

6.5.2.1. Cuerpo / cáscara del asiento

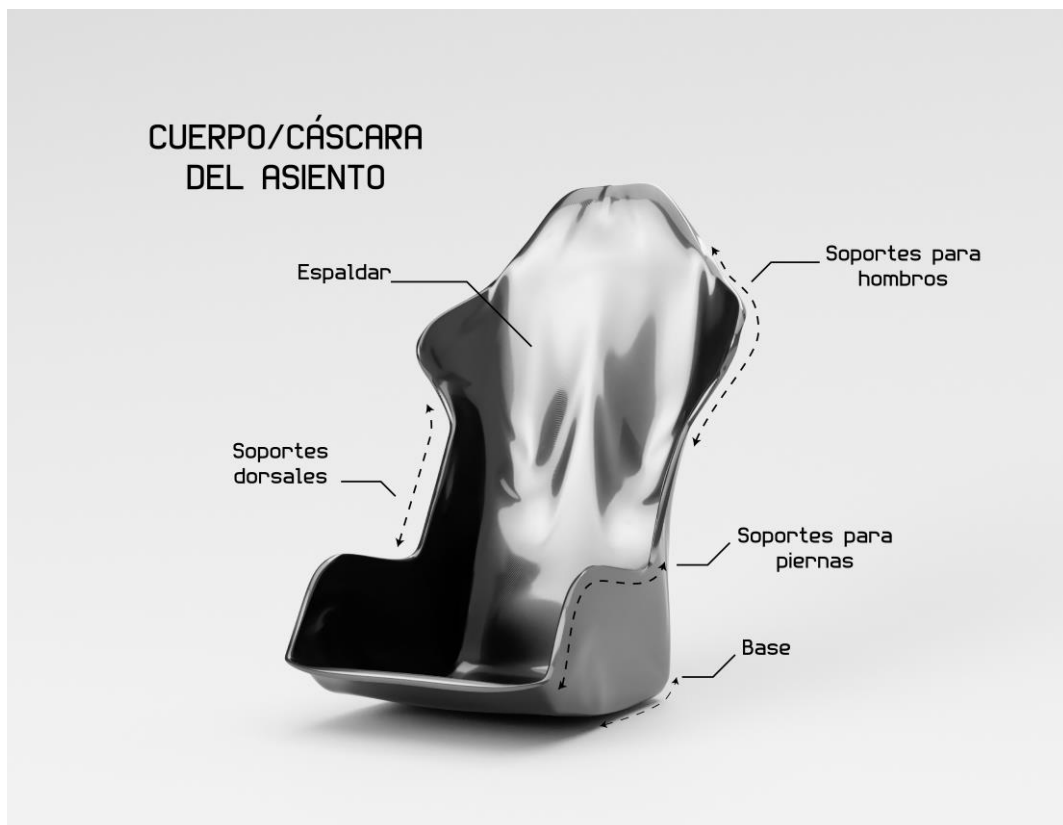


Figura 67. Cuerpo/cáscara del asiento.

Material / función / fabricación

El cuerpo fabricado en fibra de carbono reforzada con resina epoxi proporciona a este diseño un peso ligero sin comprometer la solidez de la pieza, llegando a tener niveles de rigidez estructural mayores a los del acero. El bajo peso de este asiento permite al piloto sentir una sensación de arrastre inferior, brindando una posición de manejo que reduce los niveles de movimiento y la fatiga que produce la resistencia del piloto a estos movimientos al competir.

La función principal del cuerpo del asiento es ser la estructura que brinda al asiento su forma y rigidez. Es el cuerpo del asiento el componente aquel que se encarga de proveer al piloto de la sujeción suficiente para no comprometer su seguridad a través de su forma y el funcionamiento en conjunto de todas sus partes, tales como son los soportes de los hombros (1), los soportes dorsales (2), de las piernas (3) y finalmente el espaldar y la base (4 & 5).

La cáscara del asiento se fabrica en base a un molde termo formado, obtenido del diseño para métrico tridimensional. Al molde se aplican capas de fibra de carbono y otras fibras de refuerzo y se insertan en una bolsa de vacío que, una vez sellada, será extraído todo el aire que contiene con el fin de lograr una compactación máxima de los materiales al molde, resultando en la obtención de una pieza de fidelidad máxima. Una vez logrado el vacío dentro de la bolsa, se procede a realizar una infusión de resina epoxi mezclada con endurecedor directo a las fibras que se encuentran en el interior y adheridas al molde. Las fibras empapadas de resina se dejan dentro del molde durante un mínimo de 24 horas para endurecerse y tomar su forma definitiva, la cual será idéntica a la del molde en cuestión. Finalmente, se retiran la pieza y el molde de la bolsa y se procede al desmolde, se retiran y liman los bordes ásperos del producto y se procede a instalar los componentes restantes.

Diseño centrado en ergonomía y antropometría

El diseño de la mitad superior de la cáscara del asiento se generó en base a dos pilares fundamentales, las líneas de la figura humana obtenidas del modelo humanoide tridimensional y las medidas antropométricas del percentil elegido para este diseño. El proceso de moldeo se ha realizado de esta manera con la finalidad de producir una pieza que se amolde de la manera más ergonómica posible al cuerpo humano, otorgando un sentimiento de fijación y seguridad más elevado.

1. Soportes para hombros



Figura 68. Soportes para hombros.

Se ubican en el espaldar en la parte superior, detrás de los hombros del piloto. Su función es otorgar al piloto la superficie necesaria en la cual reposar sus hombros mientras que, a la vez, debido al diseño de su forma cóncava con bordes orientados hacia el frente, evitan que el piloto se desencaje del asiento en sentido lateral al momento de realizar un giro en pista. Todo el diseño de los soportes de hombros gira alrededor del piloto, su ergonomía y principalmente su seguridad.

Diseño

Para el diseño de esta parte del cuerpo del asiento, se trabajó en búsqueda de una superficie en la cual los hombros del piloto descansan cómodamente y encajen de la manera más ergonómica posible. Se tomaron en cuenta factores como la forma natural de los hombros y la posición del piloto con sus brazos hacia el frente mientras sujeta el volante, con el objetivo de encontrar una forma que no presente incomodidad alguna al momento de fijarse al asiento a través de los arneses de seguridad y recibir el impacto de fuerzas G laterales al momento de competir.

Las medidas antropométricas tomadas en cuenta fueron las correspondientes al ancho total de los hombros y a la altura de los hombros con el usuario sentado

del 95 percentil de hombres latinoamericanos de 18 a 65 años, los cuales son de 596mm y 630mm respectivamente. Tras una serie de varias pruebas de ancho total y ángulo de orientación de los soportes, se decidió establecer que la distancia máxima entre soportes sea de 600mm y su altura máxima de 650mm.

2 & 3. Soportes dorsales y de piernas



Figura 69. Soportes para dorsales y piernas.

Son los soportes que se encuentran a los costados de cuerpo del asiento, nacen de la parte inferior de las aletas de soporte para hombros y continúan hasta el frente del asiento siguiendo las líneas del dorso del piloto y sus piernas. Su función es otorgar al piloto de la sujeción lateral necesaria para que este no sufra movimientos indeseados en sentido horizontal, producto de la inercia del vehículo mientras se desempeña en competencia y pueda mantenerse estático y fijamente sujeto al asiento.

Diseño

Para el diseño de los soportes laterales para el dorso y piernas se pretendió generar una forma que sea acorde a la de la anatomía del piloto y que cumpla su función de manera adecuada. En función de esto, se consideraron

principalmente temas como encontrar una altura adecuada para el perfil de los soportes a nivel de piernas y dorso, que provea de un apoyo lateral suficiente pero tampoco incomode al piloto al momento de competir o al subir o bajarse del vehículo; y también las actividades que debe realizar el piloto al momento de conducir o en un escenario de emergencia tales como son alcanzar elementos de seguridad u operación del vehículo que se encuentren a un costado de la cabina considerando que la medida o forma de este perfil no debe interferir con ninguna.

Se tomaron en cuenta las medidas antropométricas de la profundidad del tórax del 95 percentil de hombres latinoamericanos de 18 a 65 años, el cual es de un máximo de 280mm; y el diámetro trasversal o ancho del tórax el cual es de 398mm. Se buscó un perfil de soporte lateral que brinde un apoyo y sujeción suficientes sin limitar la movilidad del usuario para la realización de las actividades que conlleva conducir un vehículo de carreras, y se estableció una profundidad de 135mm que van desde el espaldar hasta el borde del soporte lateral para el dorso, ubicando el borde del soporte aproximadamente a la mitad del dorso del piloto y también se estableció que el ancho para esta parte posterior del dorso es de 400mm.

4 & 5. Espaldar y base



Figura 70. Cuerpo/cáscara del asiento.

El espaldar es la parte del cuerpo del asiento encargado de dar soporte a toda la espalda del piloto. Se ubica en la parte posterior de la estructura, de extiende desde la zona lumbar hasta la cabecera del asiento y es la unión entre los soportes de ambos lados. Su principal función es otorgar respaldo al piloto en la parte de la espalda de la manera más ergonómica posible, dado que es la parte del cuerpo que está en mayor contacto con el asiento al momento de hallarse fijado por los arneses de seguridad.

Por otra parte, la base de la cáscara del asiento se ubica en la parte inferior y es la estructura donde nacen el espaldar y los soportes laterales de las piernas. Está encargada de brindar soporte a los glúteos y piernas del piloto y es la base para las medidas del asiento, su diseño estratégico es fundamental para un desmolde adecuado de la pieza.

Diseño

Para el diseño del espaldar se tomaron en cuenta principalmente temas de ergonomía para la espalda. Se consideraron factores como el soporte lumbar, que en este diseño se ha incorporado directamente al diseño del espaldar; y el ángulo adecuado para ofrecer al usuario una posición de manejo más cómoda. En función de la seguridad del piloto, se diseñó con la misión de encontrar una forma para el espaldar que se adapte lo mejor posible a la forma natural del cuerpo ya que, en caso de un accidente, esta sería la zona de mayor contacto con el piloto y mientras mejor fijado se halle el piloto a la estructura, menos daño sufrirá como resultado de movimientos bruscos o golpes.

El diseño de la base se hizo netamente en función de las medidas antropométricas del cuerpo, y pensando en generar una forma que ayude al desmolde de la pieza al momento de su fabricación, la cual se determinó sería geométrica. La elevación de la base en la parte delantera cumple la función de evitar que los cojines se deslicen hacia adelante y se salgan de lugar al momento de frenar el vehículo, momento donde se experimentan fuerzas de arrastre hacia adelante en competencia. Las medidas antropométricas correspondientes al diámetro bitrocantérico (387mm máx.), al diámetro trasversal del tórax (392mm máx.) y a la anchura de caderas con el usuario sentado (398 mm máx.).

6.5.2.2. Insertos para arneses de seguridad

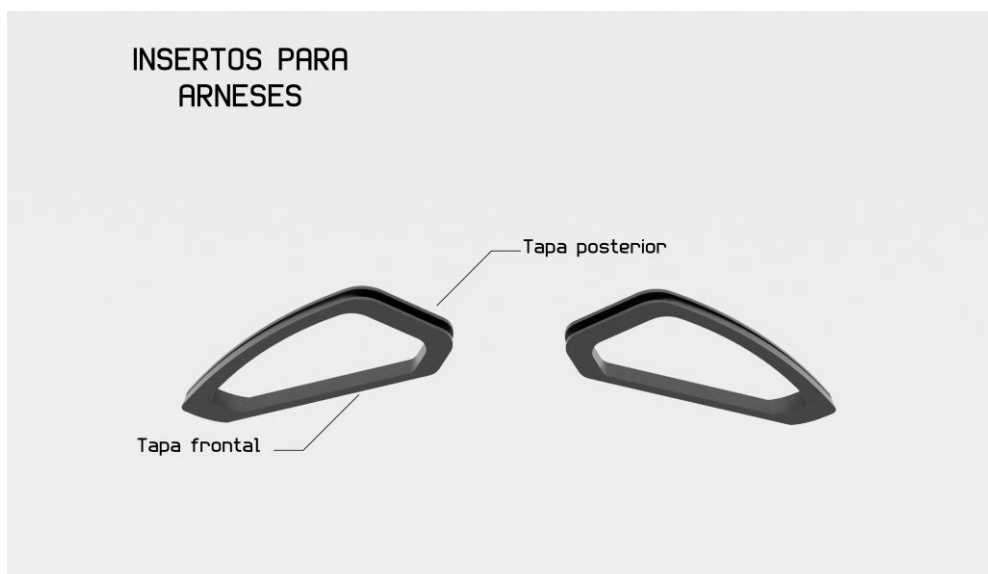


Figura 71. Insertos para arneses de seguridad posteriores.

Material / función / fabricación

Los insertos son los componentes del asiento que se encargan de direccionar a los arneses a través de la estructura de la cáscara, tanto en el espaldar como en los soportes laterales para las piernas. Su principal función es permitir el paso de las correas y puntas de los arneses, dos que vienen desde la parte de atrás del asiento y atraviesan el espaldar; y dos más que provienen de la parte inferior de la base y atraviesan ambos soportes de piernas, unificándose las cuatro correas en el centro del abdomen donde se bloquean dentro de la hebilla principal y fijan al piloto al espaldar del asiento.

Se fabrican mediante inyección de plástico o impresión 3D a partir de un modelo tridimensional paramétrico, en material PETG de la tonalidad seleccionada, y su ensamblaje es de dos piezas. Este material es utilizado en la producción de piezas automotrices de alta dureza y fiabilidad, que resisten alta fricción y temperaturas elevadas.

Diseño

Para determinar el diseño y la ubicación adecuada para los arneses, se estudiaron posibilidades de forma y ángulos diferentes, desde elipses hasta rectángulos, todo en función de encontrar aquellas variaciones que permitan el paso de los arneses generando la menor resistencia por fricción posible, tanto en ángulo como en forma. Se decidió generar una forma que siga la línea natural de los hombros, y a la vez ofrezca espacio para una libertad de movimiento de los arneses en caso de que el usuario desee acomodarlos a su gusto o tenga una estatura mayor u hombros más anchos.

Se buscó ubicar los insertos a una altura acorde a la de los hombros del piloto, dejando un margen suficiente para el movimiento de los arneses, por tal razón se decidió tomar como referencia la altura de los hombros con el usuario sentado correspondiente al 95 percentil, el cual es de 630mm.

Para los insertos hallados en los soportes laterales, se decidió su ubicación al realizar un estudio de puntos de tensión, el cual determina que el punto que genera la mayor tensión hacia atrás (y abajo) se halla a la altura de la articulación de la cadera, es por este motivo se determinó que esa sería su ubicación.

Finalmente se buscó el ángulo adecuado para que, de la misma manera en ambos casos, se genere la menor resistencia por fricción posible para los arneses, resultando en una tensión lineal y limpia que fije al piloto de la mejor manera al asiento, todo en función de ofrecer a los usuarios la mayor seguridad posible.

6.5.2.3. Componentes de acolchonamiento



Figura 72. Componentes de acolchonamiento.

Material / función / fabricación

Los cojines diseñados para este proyecto se realizaron con un propósito funcional, brindar al usuario una superficie de apoyo cómoda y acolchonada que a la vez, lo ubiquen fijamente en una posición de manejo cómoda y orientada a lo deportivo. Cabe recalcar que, a diferencia del espaldar y los soportes superiores que fueron diseñados en base a la anatomía del piloto, las superficies

tanto de la base como de los soportes laterales para las piernas son geométricas, la comodidad y posición de piernas y posaderas que este diseño otorgaría al piloto, se lograría a través de los cojines.

La principal función de los cojines es aislar al piloto de las superficies duras del asiento a través de material absorbente tipo esponja, y en el caso de los cojines inferiores, aportar al posicionamiento del piloto para lograr una postura de manejo idónea. El material utilizado para su fabricación es poliuretano expandido de dos densidades distintas, una más ligera para los acolchonamientos del dorso y los hombros, y otra más pesada para el cojín de apoyo lumbar y los dos cojines para glúteos y piernas. Su fabricación es principalmente hecha a mano, inclusive en empresas de mayor trayectoria, pero también se puede industrializar su fabricación a través de moldes para inyección de material que pueden alivianan mucho el trabajo y la mano de obra, pero cuentan con un costo muy elevado.

1. Diseño del acolchonamiento superior



Figura 73. Componentes de acolchonamiento de espalda y hombros.

Para el diseño de los componentes de acolchonamiento superiores, se tomaron en consideración dos elementos; la forma de la cáscara del asiento y su relación anatómica con el cuerpo del piloto para la parte superior (dorso, espalda y hombros).

Los esfuerzos para el diseño de los elementos superiores se centraron en encontrar los puntos de mayor contacto y estrés para el piloto al momento de conducir en pista, determinando que se debía acolchonar detrás de los hombros, la parte superior de la espalda y la columna y también la parte inferior de los dorsales. Se generó un diseño centrado en cubrir las áreas de contacto de las partes del cuerpo mencionadas y que siga las líneas del diseño de la cáscara del asiento de manera estética con el fin de transmitir la forma de la cáscara a la espalda del piloto asegurando un calzado adecuado en función de su comodidad y seguridad.

2. Diseño de cojines inferiores



Figura 74. Componentes de acolchonamiento inferiores.

Al momento de diseñar los cojines inferiores del asiento (lumbar, glúteos y piernas) se tomaron en cuenta tres factores principales; la forma de la cáscara

del asiento para asegurar un calzado perfecto de los cojines, la anatomía para determinar la forma de las áreas de contacto de los cojines con el piloto en función de diseñar cojines que tengan la forma más ergonómica posible y finalmente información acerca de estudios referentes a los puntos de apoyo lumbar en asientos y sus efectos en los usuarios.

Se determinó que para ubicar al piloto en posición tal que sus rodillas quedaran por encima del nivel de las caderas, se debía reducir la altura del cojín de los glúteos y aumentar la altura del cojín ubicado debajo de las rodillas; sin perder de consideración que ambos cojines debían coincidir en el centro para evitar causar incomodidad al piloto y a la vez coincidir en su parte inferior con la forma de la cáscara.

Personalización de cojines

Para los cojines del asiento, se ofrecen variaciones de diseño que difieren en ciertos aspectos de su ergonomía. Se ofrecerá al usuario la posibilidad de elegir la forma deseada de dos componentes primordiales para su comodidad como son el cojín de soporte de piernas y también el cojín de apoyo lumbar. Para lograr este objetivo se han creado las líneas “Aggresiv” y “sport” para ambos tipos de cojines, se explican las variaciones a continuación. La línea Aggresiv, como su nombre lo implica, cuenta con un diseño más agresivo, prominente en sus líneas y orientado al alto desempeño en pista.

3. Cojines de soporte de piernas

El cojín diseñado para sostener los muslos y rodillas del piloto se ubica en la parte frontal de la base del asiento, justo delante del cojín para apoyar los glúteos. Este componente del diseño del asiento es parte fundamental para la selección de la posición de manejo deseada.

Los pilotos determinan que una posición de manejo más cómoda para conducción deportiva radica en ubicar la espalda del piloto de manera semi reclinada y ubicando sus rodillas en un punto más elevado. Dado que esta no es

una norma y pensando en los gustos y preferencias de los diferentes pilotos, se han generado alternativas para que el usuario pueda elegir entre dos opciones disponibles de cojines en función de su comodidad y preferencia.

- **Cojín para piernas Aggresiv – Espesor: 84mm**



Figura 75. Componentes de acolchonamiento de piernas Aggresiv.

La primera opción está diseñada de manera tal, que sostenga las rodillas del piloto en un ángulo que apunte ligeramente hacia arriba, otorgando una posición de manejo más reclinada y deportiva. Esta configuración se logra ubicando los tres puntos más altos del cojín (laterales exteriores e interiores de las rodillas) a 84mm de altura; mientras que los puntos más bajos donde descansan las partes posteriores de las rodillas se ubican a 50mm de altura. Cabe recalcar que esta configuración de cojín va de la mano con la configuración de inclinación del asiento hecha por el piloto a través de las montas de fijación.

- **Cojín para piernas Sport - Espesor: 55mm**

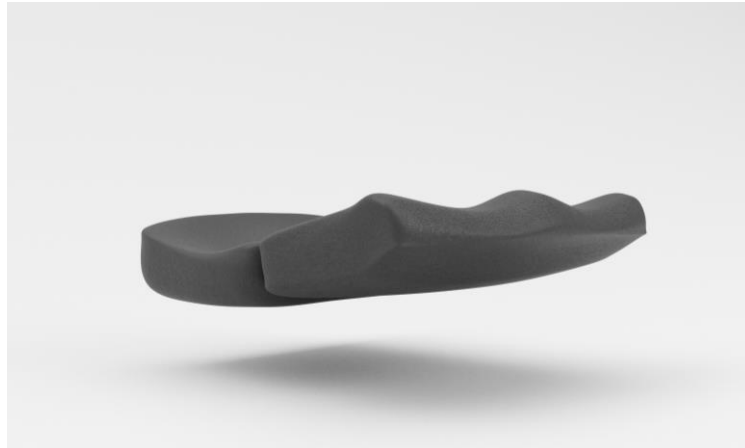


Figura 76. Componentes de acolchonamiento de piernas sport.

La segunda opción de cojín ubica las rodillas del piloto en un ángulo un poco más relajado, es decir, apuntando un poco más hacia el frente que hacia arriba. Esta configuración se logra ubicando los tres puntos más altos del cojín (laterales exteriores e interiores de las rodillas) a 55mm de altura; mientras que los puntos más bajos donde descansan las partes posteriores de las rodillas se ubican a 50mm de altura. Cabe recalcar que esta configuración de cojín también va de la mano con la configuración de inclinación del asiento hecha por el piloto a través de las montas de fijación.

4. Cojines de soporte lumbar



Figura 77. Componentes de acolchonamiento lumbar regular.

Este cojín se encuentra ubicado en la parte inferior del espaldar del asiento, cuya función es brindar soporte lumbar al piloto a través de la incorporación de una prominencia en la parte inferior central de su diseño. Según la información recopilada, la ubicación del soporte lumbar preferida por usuarios adultos masculinos en un asiento automotriz se ubica a una altura entre 121mm y 139mm desde las caderas hacia arriba siguiendo la línea de la columna. Según sus preferencias, el usuario podrá elegir entre dos configuraciones diferentes de soporte lumbar.

Guo L., Dong R., Zhang M. (2016).

- **SOPORTE LUMBAR SPORT - PROMINENCIA: 10MM**

Para los usuarios que prefieren un apoyo lumbar prácticamente nulo que va por debajo del nivel de curvatura natural de la columna, la superficie de la zona central del cojín cuenta con una prominencia hacia delante de 10mm a una altura de 130mm por encima de la unión de las caderas.

- **SOPORTE LUMBAR AGGRESIV – PROMINENCIA: 25MM**

Para los usuarios que prefieren un apoyo lumbar palpable, como su nombre lo indica, la superficie de la zona central del cojín cuenta con una prominencia más agresiva hacia delante de 25mm a una altura de 130mm por encima de la unión de las caderas.

5. Cojines de soporte lumbar – Aggresiv Súper Sport (SS)



Figura 78. Componentes de acolchonamiento lumbar Aggresiv Súper Sport.

El modelo de soporte lumbar Aggresiv Súper Sport ofrece al piloto un diseño pensado en aumentar aún más la comodidad y la sujeción al momento de participar en competencias de alto rendimiento. Como si nombre lo indica, este cojín está orientado al alto rendimiento para aquellas competencias con exigencias mayores a las comunes. A diferencia de los diversos modelos del soporte lumbar Sport, el SS viene en una sola configuración y cuenta con un diseño ergonómicamente diferente.

El modelo SS ayuda al piloto aportando con un acolchonamiento adicional lateral a nivel de las caderas y que nace de los costados del cojín de apoyo lumbar posterior. Estas extensiones del cojín ayudan a mantener al piloto más fijo en las curvas, aunque a la vez lo aprietan un poco más dentro del asiento.

El soporte lumbar SS cuenta con una prominencia máxima de 25mm en la línea de la columna ubicada a 130mm por encima de la unión de las caderas y su acolchonamiento lateral tendrá un espesor de 15mm por lado.

6.5.2.4. Montas de fijación al vehículo



Figura 79. Montas de fijación del asiento.

Material / función / fabricación

Las montas de fijación son los componentes encargados de sostener el asiento en su lugar y fijado a los puntos de anclaje ubicados en el vehículo. Su diseño es fundamental para ubicar al asiento en la posición adecuada y alineada con el centro del volante, además de proveer los cuatro puntos de fijación a los cuales la cáscara del asiento se fijará mediante las tuercas y tornillos requeridos.

Están hechas de acero o de una aleación de acero con otros metales y su fabricación depende netamente de su forma, aunque los procesos más comunes son el doblado de planchas de acero al ángulo deseado o la soldadura de dos piezas en el ángulo deseado. La búsqueda por los puntos de anclaje de fábrica de los autos ha sido una eterna batalla para los fabricantes, dado que cada vehículo y marca cuenta con diferentes medidas y ubicaciones para sus puntos de anclaje, es por este motivo que las montas regularmente se fijan a puntos de anclaje ingenierados por los pilotos que dejan el asiento a la distancia deseada, ya que la altura y posición las brindan las montas.

Diseño

Al momento de diseñar las montas se tomaron en cuenta la forma de la cáscara del asiento en su base y soportes laterales, y las diferentes posibilidades de combinaciones que se podría ofrecer al piloto para que este configure su asiento a la posición que considerase idónea. Para lograr brindar la posibilidad al piloto de que ubique la posición final de su asiento se crearon doce combinaciones de altura e inclinación, disponibles a través de un sistema de ranuras que se ubican en el frente y en la parte posterior de las montas, siendo estas mismas ranuras los puntos de anclaje para el asiento.

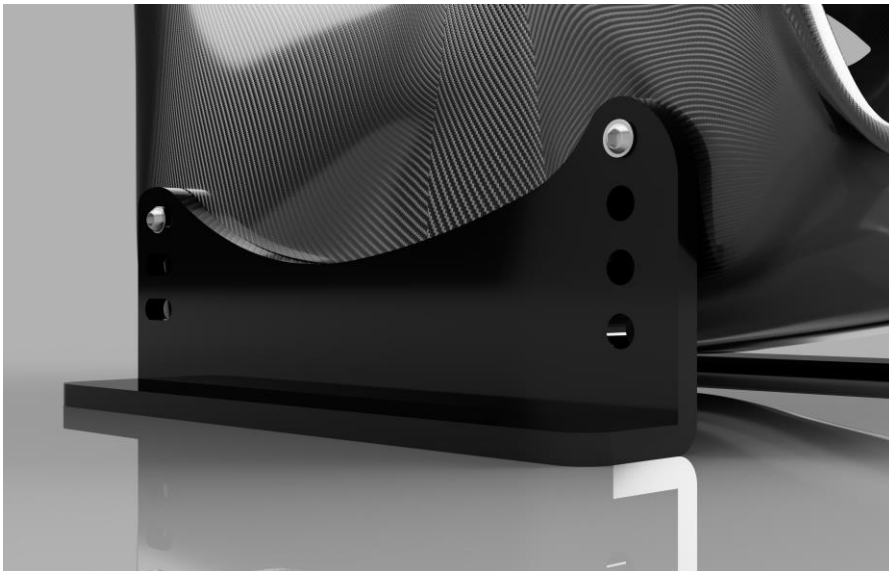


Figura 80. Montas de fijación del asiento.

Regulación personalizada de posición y postura

El sistema de regulación de altura de las montas funciona de la siguiente manera; cuatro ranuras en el frente de las montas coinciden con los puntos de anclaje ubicados en el frente de la cáscara del asiento y regulan la altura de las piernas y el ángulo en el que se apuntan las rodillas, ofreciendo 4 diferentes niveles de altura con 25mm de diferencia entre cada uno. Mientras que tres ranuras ubicadas en la parte posterior de las montas con una separación de 25mm cada una coinciden con los dos puntos de anclaje posteriores de la cáscara del asiento.

El piloto puede utilizar cualquiera de las cuatro ranuras delanteras y combinar su elección de altura de rodillas con cualquiera de las tres opciones de altura para las caderas, obteniendo la posibilidad de elegir entre doce diferentes combinaciones que determinarían la altura y posición de manejo de su asiento.

Cabe recalcar que existen cuatro opciones de altura adelante y tres atrás debido a que la posición de manejo idónea según los pilotos ubica las rodillas siempre por encima de la línea de las caderas, y este cuarto punto en el frente otorga la posibilidad de aunque se seleccione la configuración de altura más elevada, siempre se pueda ubicar las rodillas en su posición ideal.

6.5.2.5. Personalización estética de acabados

Una vez obtenido el modelo tridimensional paramétrico base de todos los componentes del asiento, se procede a realizar las variaciones de diseño correspondientes a la parte de personalización estética del producto. Las opciones de personalización estética de acabados, entre las que se encuentran variaciones de tipo y cromática de tapicería, costuras, insertos y montas combinadas con la personalización de los cojines del asiento, buscan generar en el piloto un sentido de apropiación de su asiento, brindándole la oportunidad de adquirir un producto cuyos acabados fueron seleccionados por propio gusto.

6.5.2.6. Variaciones de tela e hilo

Para el material que recubra los cojines y acolchonamientos del asiento, el usuario podrá elegir entre dos telas diferentes, con tres o cuatro variaciones de color para cada una. Se busca ofrecer al usuario la posibilidad de elegir entre dos telas que cuenten con resistencias similares pero que tengan una textura y acabado diferentes. Se explica la selección de la paleta de colores para tela e hilos a continuación:

6.5.2.7. Telas

En el caso de las telas, se busca ofrecer al cliente una gama que ayude a la durabilidad, al mantenimiento y la buena presentación del producto. Se ofrecen alternativas de telas resistentes en colores oscuros con variaciones entre negro y gris, todo con la finalidad de impactar psicológicamente al consumidor y salvaguardar la apariencia física del asiento dado el contexto en el cual se

desarrolla. Se debe considerar que, al momento de competir, la tela estará en posible contacto con polvo, suciedad, grasa u otros elementos que pueden manchar y comprometer la estética del producto. Por lo tanto, se ha decidido mantener la mayoría de las alternativas dentro de esta gama de colores con la adición de una alternativa más en una tonalidad más colorida para los usuarios que así lo prefieran.

Hilos

Los hilos soportan la presión de las costuras al momento de utilizar el asiento, es por esto que el diseño generado utiliza una doble costura de hilo grueso en sus uniones. La aplicación cromática para los hilos de las costuras se basa en las mismas tonalidades utilizadas para las telas. Se utilizarán el rojo, el negro, el gris y también la adición de una alternativa de hilo en color blanco. Se busca ofrecer al usuario la posibilidad de dar realce a su diseño personalizado a través de contrastes cromáticos generados entre telas e hilos.

6.5.2.8. Psicología del color

Según la psicología del color en el deporte, los colores asociados con la actividad realizada generan impactos psicológicos en los deportistas que pueden ser positivos o negativos dependiendo del ámbito en el cual se desarrollen. A continuación, se presenta un cuadro con la psicología del color de las tonalidades seleccionadas para el proyecto.

Tabla 3. Psicología de colores elegidos.












TONALIDAD	PSICOLOGÍA
Negro / Gris 	Control Sacrificio Energía
Blanco 	Calma Paz
Rojo 	Adrenalina Campeón Victoria

Tabla 4. Muestras de telas tipo gamuza elegidas.

GAMUZA	INFORMACIÓN	COMPATIBILIDAD HILO
<p>Vintage suede grey</p>  <p>Proveedor: www.fabric.com</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° 0448783</p> <p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: Peso medio</p> <p>Resistencia: Alta</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 1E1711</p>	 GRIS - BCBBBB  BLANCO - FFFFFFFF  ROJO - 9F1D20
<p>Soft suede charcoal</p>  <p>Proveedor: www.fabric.com</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° 0448783</p> <p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: Peso medio</p> <p>Resistencia: Media</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 7E7576</p>	 NEGRO - 000000  BLANCO - FFFFFFFF  ROJO - 9F1D20












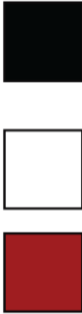
<p>Telio soho faux suede</p>  <p>Proveedor: www.fabric.com</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° 0348388</p> <p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: bajo peso</p> <p>Resistencia: Alta</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 161717</p>	 GRIS - BCBBBB  BLANCO - FFFFFFFF  ROJO - 9F1D20
<p>Vintage suede red</p>  <p>Proveedor: www.fabric.com</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° 0448766</p> <p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: bajo peso</p> <p>Resistencia: Alta</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 710F11</p>	 NEGRO - 000000  GRIS - BCBBBB  BLANCO - FFFFFFFF

Tabla 5. Muestras de telas tipo gamuza elegidas.

TELA AUTOMOTRIZ	INFORMACIÓN	COMPATIBILIDAD HILO
<p>Licorice</p>  <p>Proveedor: Kovi Fabrics USA</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° E3022</p> <p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: Peso alto</p> <p>Resistencia: Alta</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 1ª191B</p>	 <p>GRIS - BCB BBB</p> <p>BLANCO - FFFFFF</p> <p>ROJO - 9F1D20</p>
<p>Beaver</p>  <p>Proveedor: Kovi Fabrics USA</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° E5106</p> <p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: Peso medio</p> <p>Resistencia: Media</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 36312C</p>	 <p>NEGRO - 000000</p> <p>BLANCO - FFFFFF</p> <p>ROJO - 9F1D20</p>
<p>Spice</p>	<p>Origen: Estados Unidos</p> <p>Item: N° E9627</p>	

 <p>Proveedor: Kovi Fabrics USA</p>	<p>Composición: 100% Poliéster</p> <p>Peso: bajo peso</p> <p>Resistencia: Alta</p> <p>Lavado: Trapo húmedo.</p> <p>Código color: 4E1B11</p>	 <p>NEGRO - 000000</p> <p>GRIS - BCBBBB</p> <p>BLANCO - FFFFFFFF</p>
--	--	--

6.5.2.9. Variaciones de cromática para montas de fijación

Las montas de fijación son parte esencial del diseño y función del asiento. Es por esto que se ha decidido permitir a los usuarios elegir la tonalidad de la pintura de las montas de fijación del asiento, se pondrá a su disposición tres opciones cromáticas:



Figura 81. Tonalidad de color negro medianoche para montas de fijación.

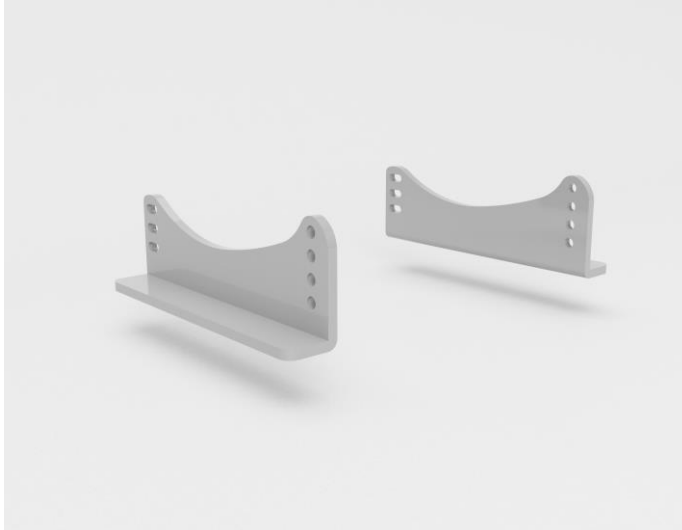


Figura 82. Tonalidad de color Obvious grey para montas de fijación.



Figura 83. Montas de fijación con material expuesto – cepillado.



Midnight Black - 0C110D



Obvious - D9D6CE



Material Cepillado

Figura 88. Gama de colores para montas de fijación.

El tipo de pintura a utilizarse será pintura automotriz de acabado brillante, con una capa final transparente. Si el usuario desea que el componente cuente con su material expuesto, se cepillará el acero o la aleación y se dará una capa de producto sellante de tonalidad transparente para el acabado final.

6.5.2.10. Variaciones de cromática para insertos

Al ser parte fundamental de la estética del producto por su ubicación tanto en el espaldar como en los costados del asiento, los insertos deberán combinar con cualquiera de las posibilidades tanto de tela como de hilo seleccionadas por el usuario. Por lo tanto, se presentan dos opciones cromáticas para los insertos de arneses de seguridad. El tipo de filamento presenta un acabado de brillo bajo con una tonalidad que tiende más a mate, las dos se presentan como opciones combinables con el resto de componentes sin contar con un color que pueda sobrecargar el diseño.

Según sus gustos y preferencias, el usuario podrá elegir entre las dos siguientes opciones cromáticas:



Figura 84. Gama de colores para insertos de arneses.

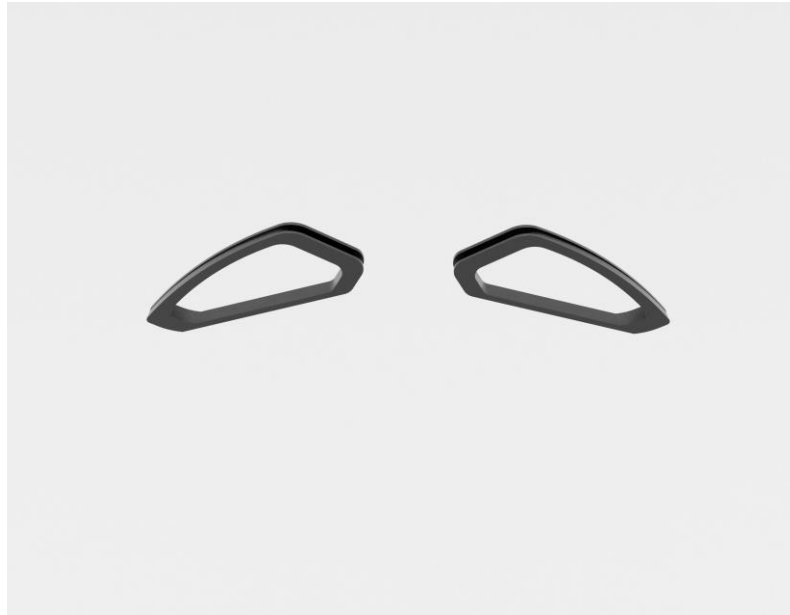


Figura 85. Insertos para arneses de color negro.



Figura 86. Insertos para arneses de color gris frío.

6.5.3. Renders de producto ensamblado

Una vez finalizado el proceso de modelado tridimensional, se procede a obtener los renders que se presentan a continuación. En ellos se puede apreciar la relación entre el producto completo y el usuario, que proporcionalmente han ido

de la mano a lo largo de todo el proceso de modelado. Se ha buscado generar un diseño centrado en lo ergonómico y funcional, que facilite las etapas de producción y acabados y que, sobre todo, se adapte y ayude a solucionar problemáticas y satisfacer las necesidades del usuario.



Figura 87. Asiento Phoenix C-6, edición Aggresiv SS.



Figura 88. Variantes de configuración del producto, Phoenix Aggresiv & Sport.



Figura 89. Relación usuario con elementos de funcionamiento del vehículo.



Figura 90. Componentes a detalle, montas de fijación.



Figura 91. Relación ergonómica entre usuario y asiento.

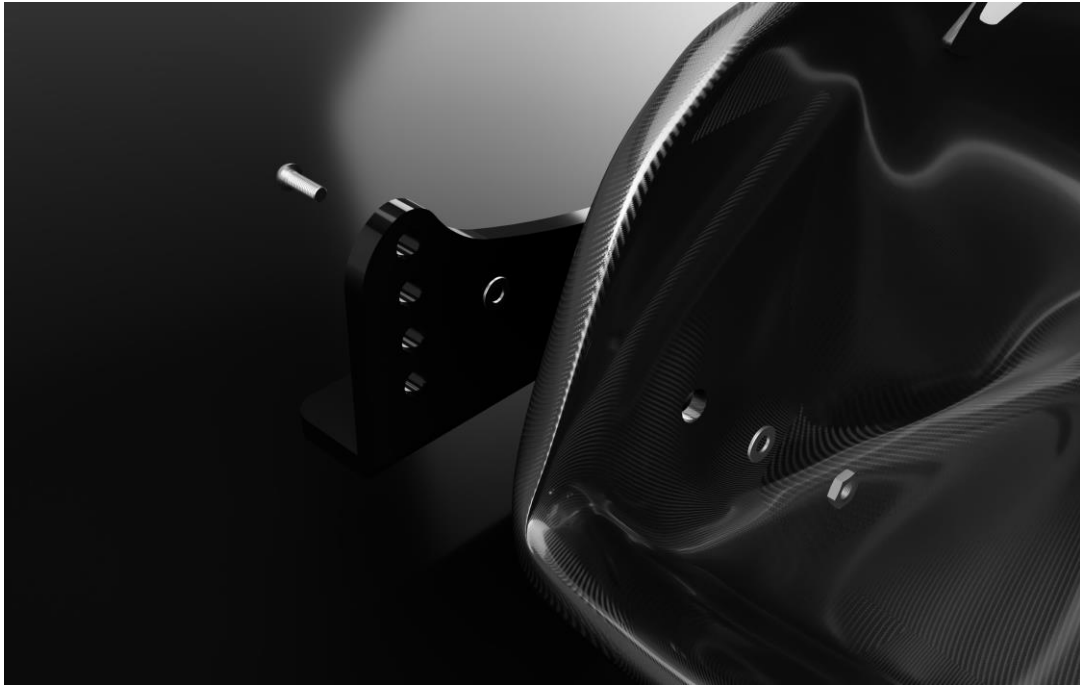


Figura 92. Relación entre componentes del asiento. (montas-cáscara)



Figura 93. Asiento Phoenix C-6, edición Aggresiv SS.

6.5.4. Proceso de fabricación de un asiento en fibra de carbono

Para la fabricación de piezas de fibra de carbono, se deben considerar varios factores. Primero, para lograr una correcta combinación de procesos y materiales, se debe emplear la técnica de fabricación adecuada para el tipo de pieza en cuestión; es decir, una pieza de fibra de vidrio o carbono puede realizarse por dos métodos:

- Adición y fijación de capas con resina por apilamiento
- Infusión de resina mediante vacío.

Ambos métodos utilizan moldes y los mismos materiales, la diferencia se halla en que el método de adición va fijando una capa de fibra encima de otra fijándola con resina hasta lograr un espesor deseado y posteriormente se deja secar, el resultado es una pieza que no cuenta con un adecuado proceso de compactación en su fabricación y que por ende no contará con las mismas características de apariencia y resistencia que una pieza que fue realizada por infusión al vacío.

El proceso de infusión mediante vacío, el cual se explicará en breve, permite al fabricante generar una pieza que debido a los niveles de presión en los cuales se ha solidificado, su resistencia y dureza (además de una considerable reducción en peso) estarán por sobre encima de la pieza fabricada mediante el método de adición.

Se debe considerar el uso de equipamiento adecuado para el manejo de los implementos, entre los cuales hallaremos productos químicos y fibras de componente carbónico que al ser inhaladas pueden ser perjudiciales para la salud.

Entre los implementos a utilizarse encontraremos:

- Indumentaria para manejo de sustancias químicas
- Mascarilla o máscara con filtros de aire

- Gafas de protección
- Guantes de hule
- Calzado para el uso en taller

Una vez obtenidos los implementos de seguridad y trabajo necesarios, se deberá obtener los materiales para la fabricación de las piezas. Como hemos visto anteriormente, una pieza de polímero reforzado con fibra de carbono se compone de la fibra como tal y la resina epoxi, que al endurecerse es el componente que brinda la dureza a la pieza. Por lo tanto, para la fabricación de piezas de fibra de carbono se necesitará:

Fibra de carbono en láminas – Generalmente se la halla en rollos de diversas medidas de ancho que oscilan entre uno y dos metros, se adquiere el largo necesario para el proyecto, 2 m².



Figura 94. Imagen referencial. Rollo de fibra de carbono.

Tomado de uscomposites s.f.

Resina Epoxi - Se la encuentra en el mercado en presentaciones de 500gr, 1kg, 5kg y 32.5 kg. Idealmente deberá ser una resina transparente para permitir lograr el acabado de la fibra expuesta y que contenga protección contra rayos UV, si

existe la disponibilidad se podrá adquirir un kit de EpoxAmite 101™ el cual es uno de los mejores disponibles para el propósito, resulta muy bueno para unificar fibras y ser introducido al molde a través de infusión mediante vacío. El kit deberá incluir la cantidad envasada de resina adquirida en conjunto con la cantidad envasada (en relación a la cantidad de resina) de reactivo endurecedor que se añadirá a la mezcla en una parte del proceso.



Figura 95. Imagen referencial. Kit de resina Epoxi EpoxAmite101. Tomado de smooth-on s.f.

Bolsas, bombas y válvulas de vacío e infusión.

Estos tres implementos son de vital importancia para la fabricación de piezas de fibra de carbono. Se debe considerar que la calidad y las características finales del producto elaborado están directamente relacionadas con la calidad de estas tres herramientas. Se puede optar por adquirir un kit de bolsas y válvulas especialmente diseñadas para vacío e infusión y complementarlas con una bomba de vacío pequeña, aunque se sabe de casos de personas que han optado por fabricar sus propias bolsas de vacío caseras y utilizar aspiradores de hogar como herramienta para generar vacío. Hay que tener en cuenta que el propósito de generar un vacío entre la fibra y el molde es el de obtener una pieza con una

forma idéntica a la del molde y que cuente con la rigidez necesaria. El vacío genera compactación y hace que los componentes de la pieza se junten y adhieran al polímero (resina), obteniendo como resultado una pieza con un nivel de dureza y compactación de sus componentes capaz de soportar grandes cantidades de peso y fuerza.

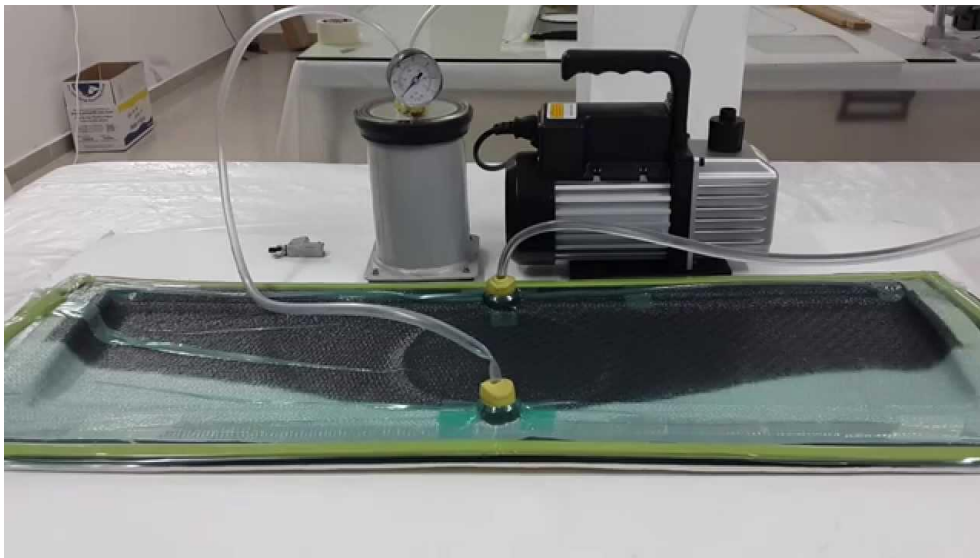


Figura 96. Imagen referencial. Funcionamiento en conjunto: bomba-bolsa de vacío en molde e infusión de resina. Tomado de YouTube (2018)

Paso 1 - fabricación de modelos

Se debe considerar al momento de realizar el modelo para la fabricación del molde, que al separarlo del modelo se debe buscar la fluidez en las formas y en el sentido de salida del molde. Como solución a un desmoldado complicado se recomienda diseñar el modelo en un sentido vertical y utilizando líneas que fluyan en el sentido de desmolde deseado. Para la fabricación del modelo para el molde se puede utilizar madera pre fabricada tal como el MDF, o maderas enteras sin procesar; el proceso consiste en apilarlas en capas y después realizar su posterior tallado utilizando una máquina CNC en base a un modelo diseñado en 3D.

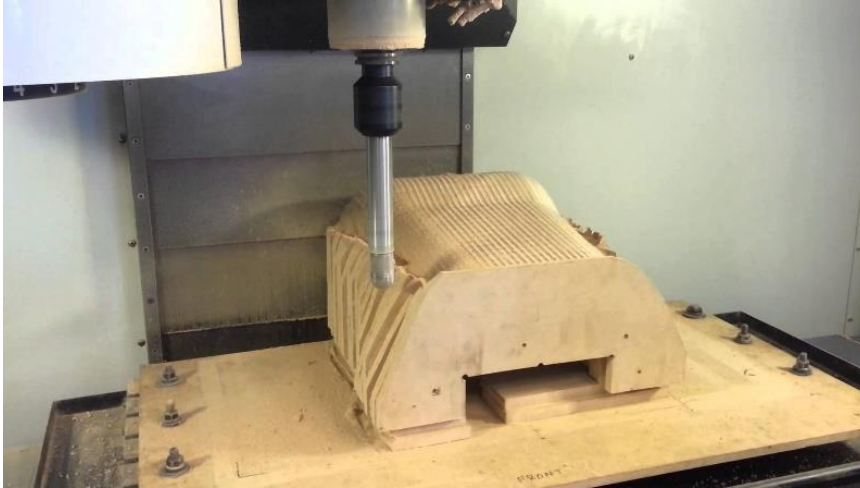


Figura 97. Imagen referencial. Fabricación de molde con una maquina CNC.

Tomado de Stanceworks, (2012).

Paso 2 - elaboración del molde

Para la fabricación del molde, se aplican capas de fibra de vidrio y de tejido por sobre el modelo de madera aglomerada y se procede a emplear cantidades generosas de resina poliéster. Una vez obtenida la densidad de molde deseada, se lo deja secar y tras un desmolde exitoso, se obtiene el molde final sobre el cual se trabajará en fibra de carbono.



Figura 98. Imagen referencial. Fabricación de molde de fibra de vidrio.

Tomado de Stanceworks, (2012).

Paso 3 - fabricación de la pieza de fibra

Al momento de fabricar la pieza en fibra de carbono, se debe cortar y dividir en secciones que se adapten de la manera más armoniosa al diseño del molde. Esto tiene dos propósitos, el primero es obtener una fluidez en la continuidad de las fibras, mientras mejor alineadas estas estén, mejor será su compactación y por ende la resistencia de la pieza en cuestión.



Figura 99. Imagen referencial. Aplicación de fibra de carbono al molde.

Tomado de Stanceworks, (2012).

El segundo propósito es estético. Si los pedazos de fibra que componen el asiento no se encuentran alineados de manera correcta, brinda una apariencia estéticamente desagradable y la pieza pierde su valor, sucede lo mismo al momento de no utilizar piezas cortadas y aplicar las láminas de fibra en una zona donde se pueda arrugar, ya que al solidificarse la resina la fibra se verá montada lo cual de la misma manera genera un choque visual al momento de obtener la pieza final.

Para iniciar con la fabricación se deberán apilar una capa de cera automotriz o liquido desmoldante al molde que deberá ser limpiado previamente. Una vez que

esté seco el elemento que ayudará con el desmolde, se debe aplicar una fina capa de resina epoxi o pegamento en spray al molde, esto ayudará a que las piezas de fibra que se pongan por encima a adherirse con mayor facilidad y a quedarse en la posición deseada. Se deja secar por un par de minutos y se empieza por añadir una o dos capas de fibra de carbono una encima de la otra, adhiriéndolas con más pegamento en spray. Esto deberá hacerse de la manera más meticulosa y armoniosa (en el sentido de las fibras) que sea posible. Si se desea, se puede reforzar añadiendo a las capas retazos de fibra de vidrio por sobre (o debajo) de la fibra de carbono, esto engrosará y brindará una mayor resistencia a la pieza final, aunque de manera segura podría aumentar su peso. Se utiliza un poco de la resina Epoxi que se usará en la infusión para dar algo de fijación a la posición de las fibras antes de meterlas en la bolsa de vacío.



Figura 100. Imagen referencial. Recorte de excedente de fibra de carbono del molde.

Tomado de Stanceworks, (2012).

Paso 4 – vaciado e infusión de resina

Finalmente, se procede a insertar el molde junto con las láminas y capas adheridas dentro de una bolsa de vacío de alto espesor y durabilidad. Del interior de esta bolsa de alta dureza se bombeará todo el aire hacia afuera, dejando a la pieza encerrada en un espacio vacío lista para recibir la infusión de resina. Se

realiza la infusión de la resina epoxi mezclada con el monto respectivo de reactivo endurecedor, resultando en una cantidad exacta de mezcla de polímero líquido que, por la inercia y la física de la infusión mediante vacío, la fibra fijada al molde se empape de resina y la pieza adquiere el espesor y grosor deseado al momento de endurecerse. Tomar en cuenta que la unión de los componentes será considerablemente mejor si el vacío se mantiene.



Figura 101. Imagen referencial. Proceso de vaciado mediante bomba.

Tomado de Stanceworks, (2012).

Paso 5 – desmolde, detallado e instalación de rieles

Tras liberar el vacío de la bolsa que contiene al molde y a nuestro nuevo asiento, se procede a realizar el desmoldado final. Una vez sacado, se puede aplicar al producto una capa de resina brillante o mate, dependiendo de los gustos del consumidor o usuario. Cuando se haya secado, se procede a realizar el corte de los excedentes de fibra de los bordes del asiento, las perforaciones para los insertos de los arneses y los orificios para las montas.

Se instala las piezas de acolchonamiento con su respectivo adhesivo, y se instalan las montas del asiento. Una vez probada la estabilidad y correcta alineación de las montas, se instalan los insertos de polímero en su lugar.



Figura 102. Imagen referencial. Asiento desmoldado y terminado. Tomado de Tillett s.f.

6.5.5. Planos técnicos

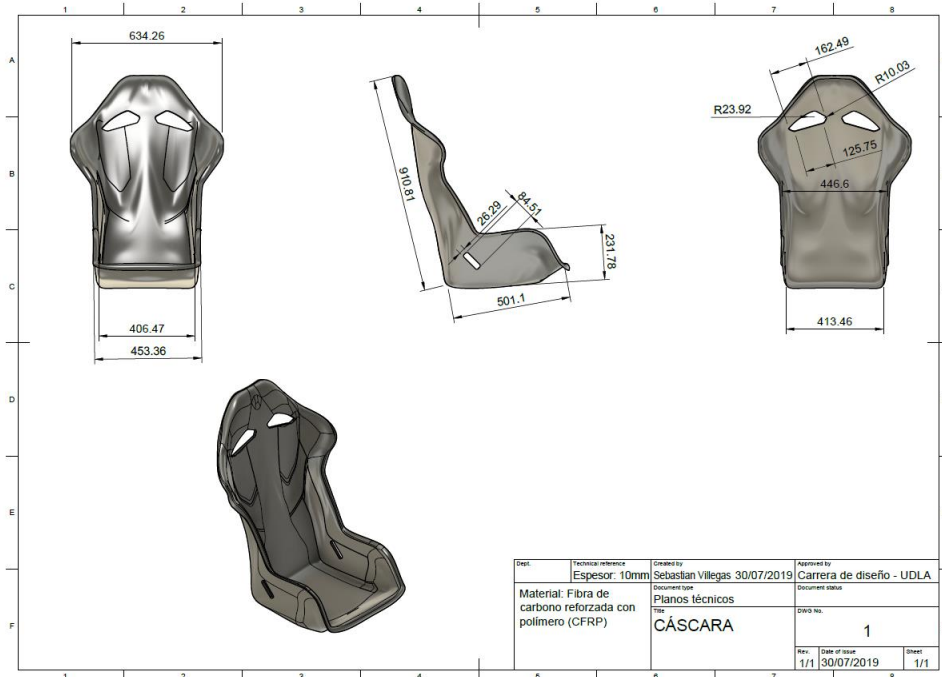


Figura 103. Planos técnicos de: cáscara de asiento

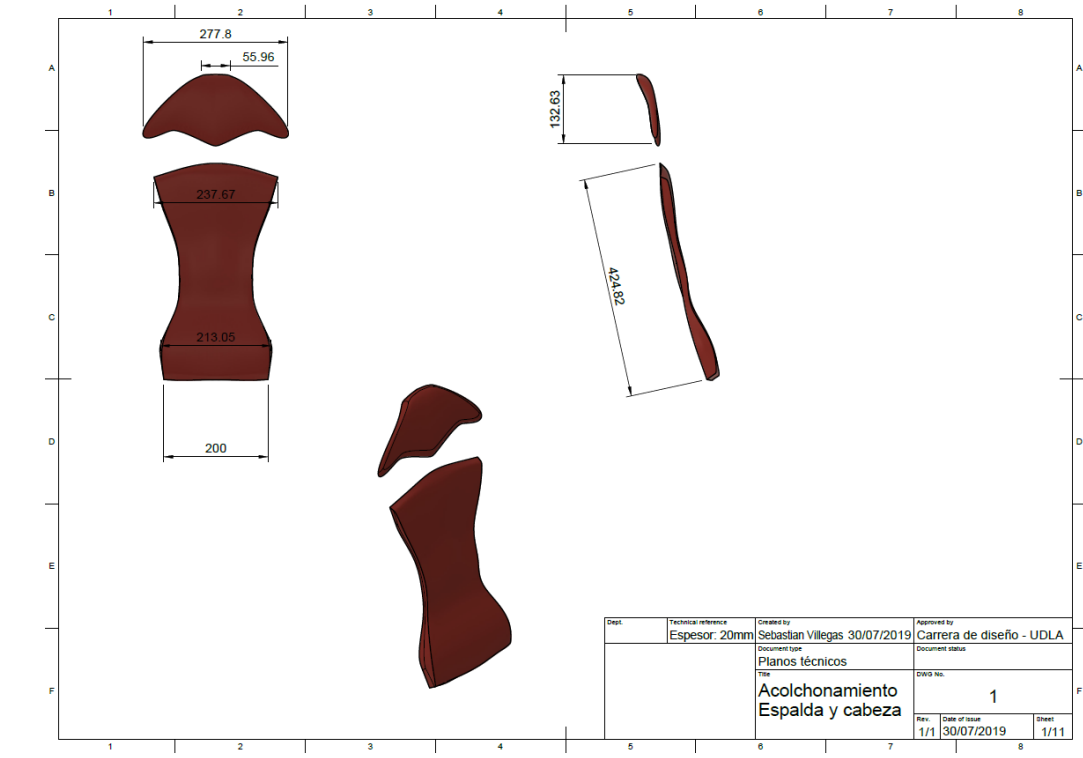


Figura 104. Planos técnicos de: acolchonamiento central superior.

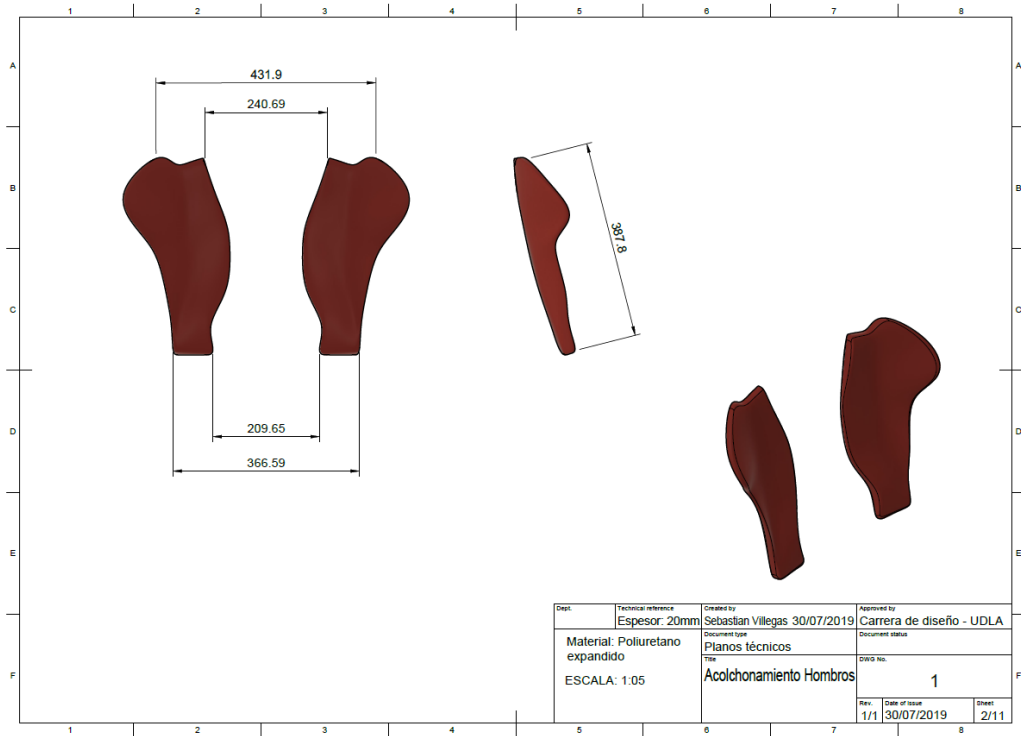


Figura 105. Planos técnicos de: acolchonamiento lateral superior.

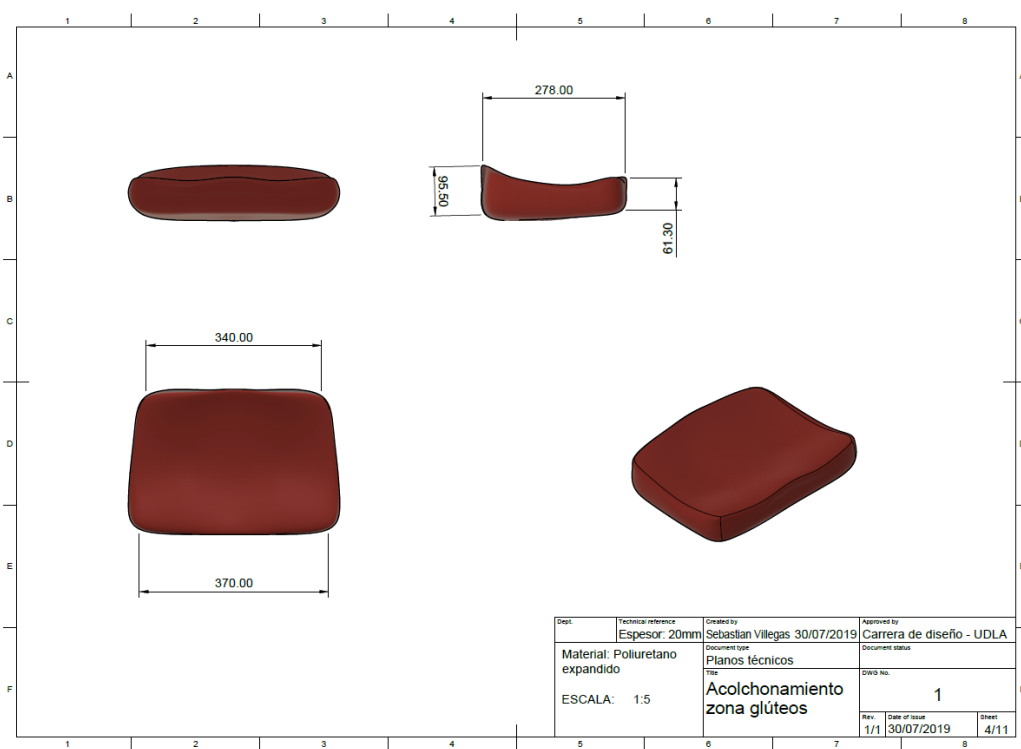


Figura 106. Planos técnicos de: acolchonamiento de glúteos.

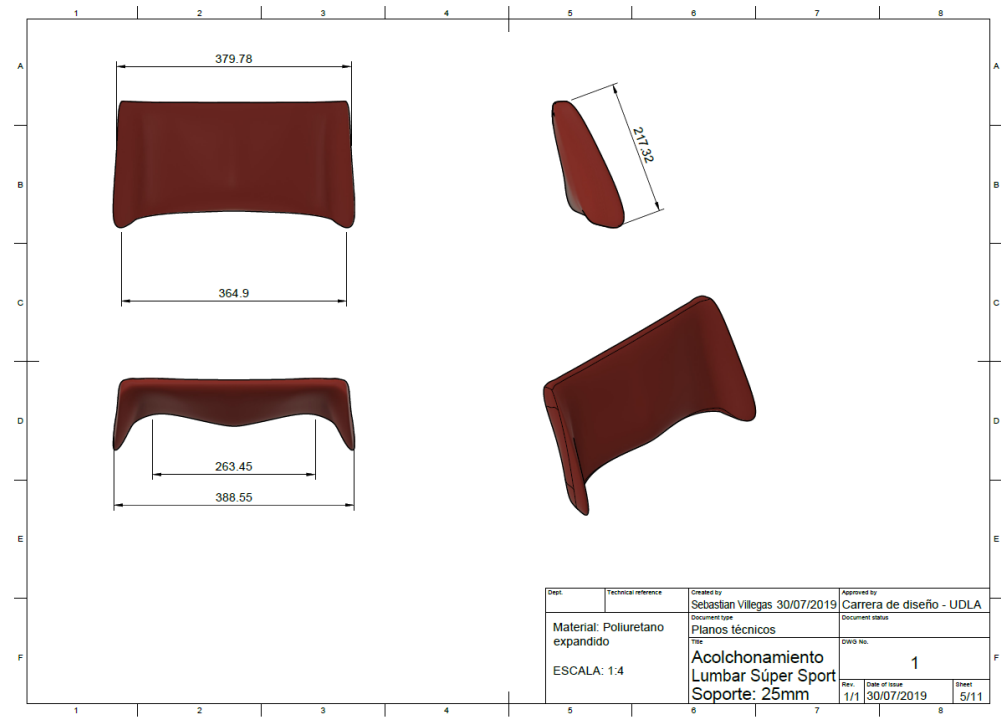


Figura 107. Planos técnicos de: soporte lumbar súper sport.

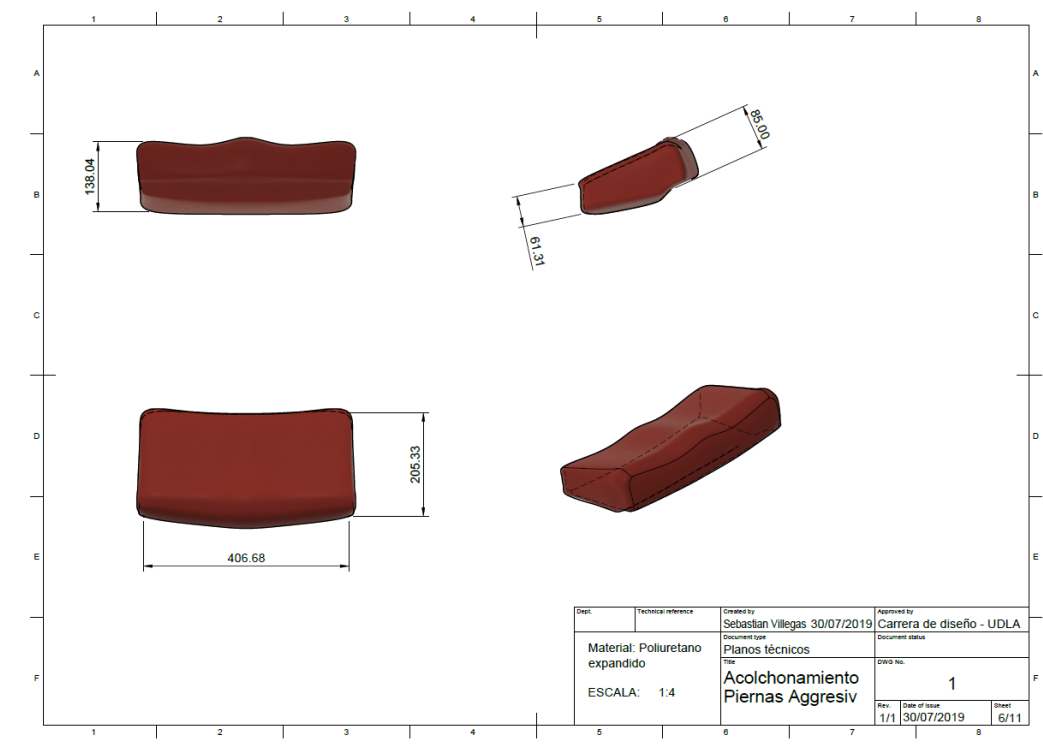


Figura 108. Planos técnicos de: soporte de piernas Aggresiv.

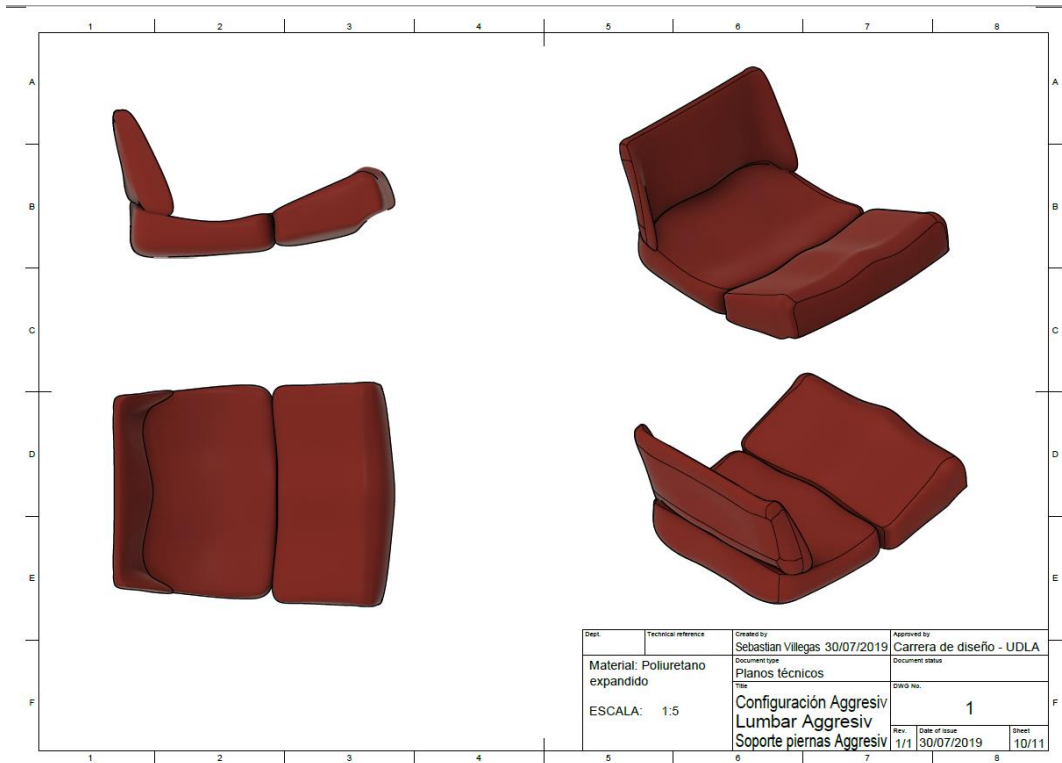


Figura 109. Planos técnicos de: configuración de acolchonamiento Aggresiv.

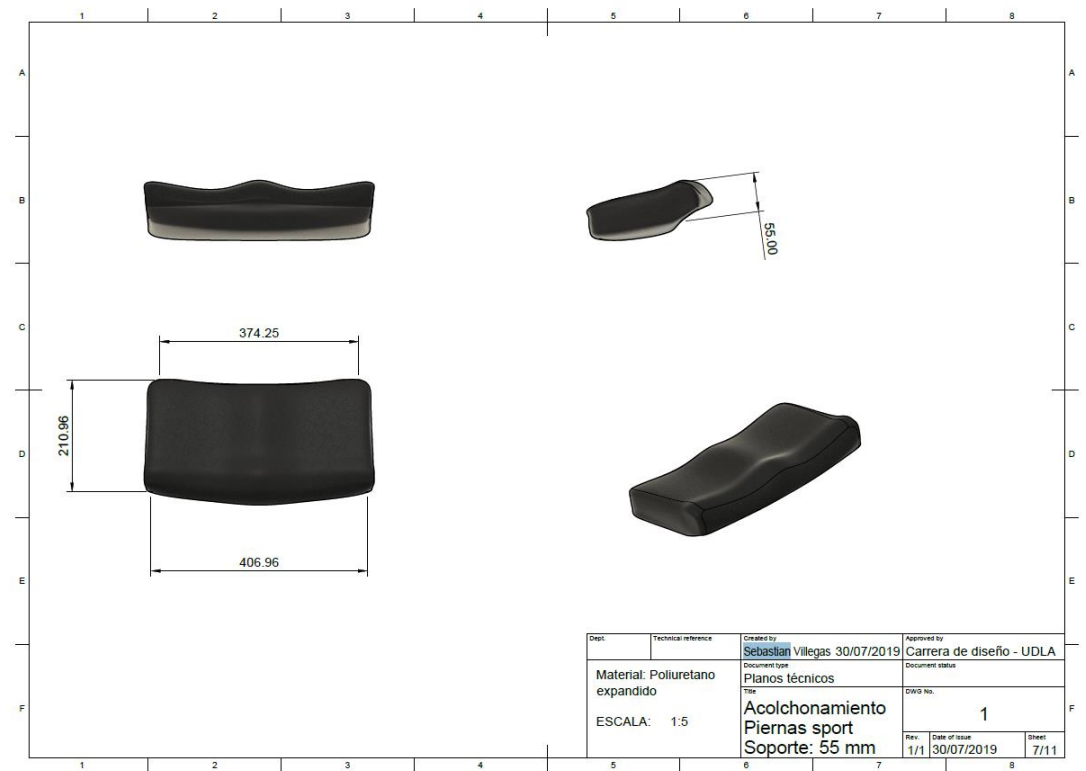


Figura 110. Planos técnicos de: soporte de piernas sport.

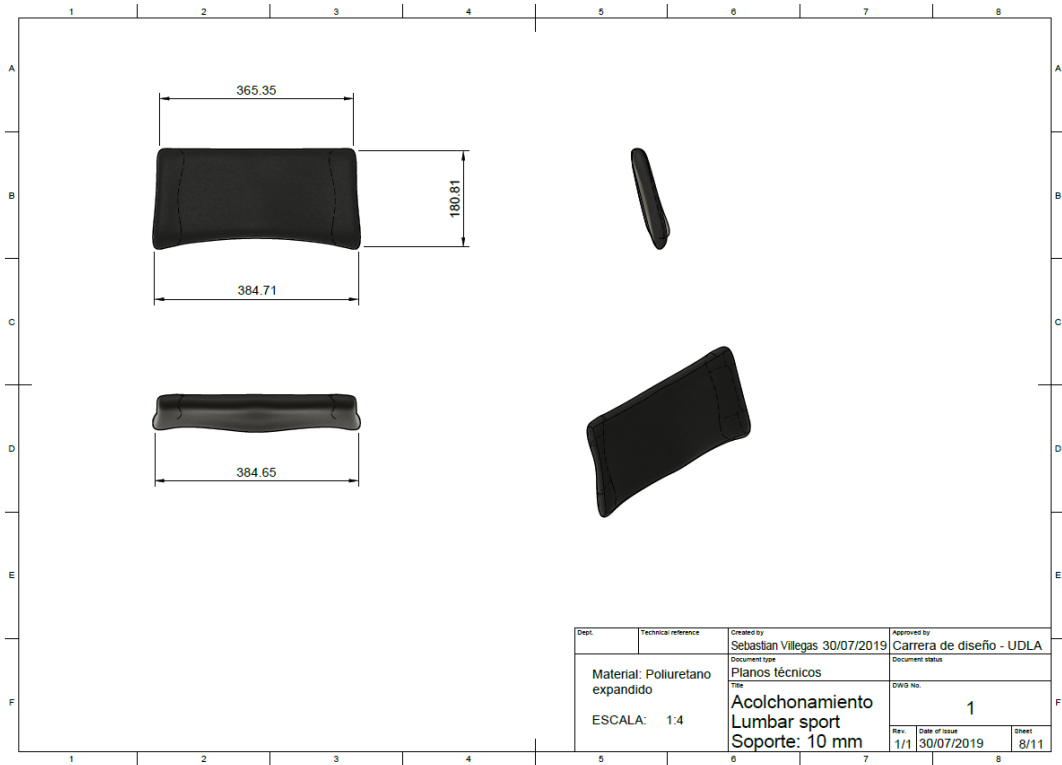


Figura 111 Planos técnicos de: soporte lumbar *sport*.

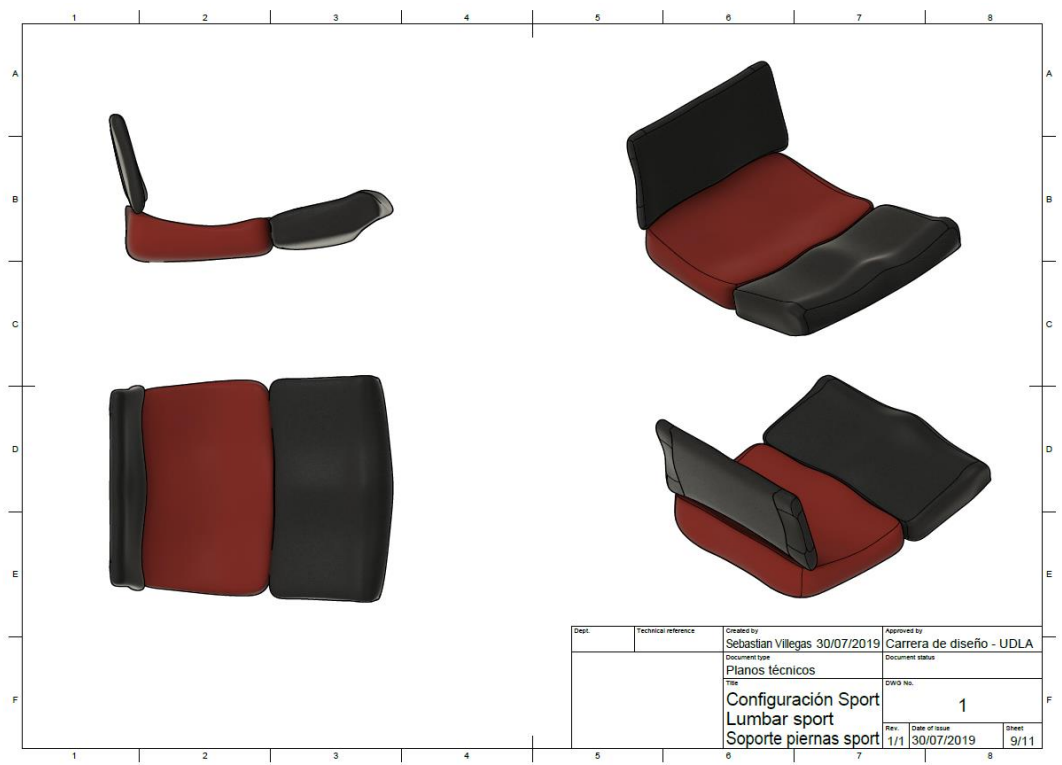


Figura 112. Planos técnicos de: configuración de acolchonamiento *sport*.

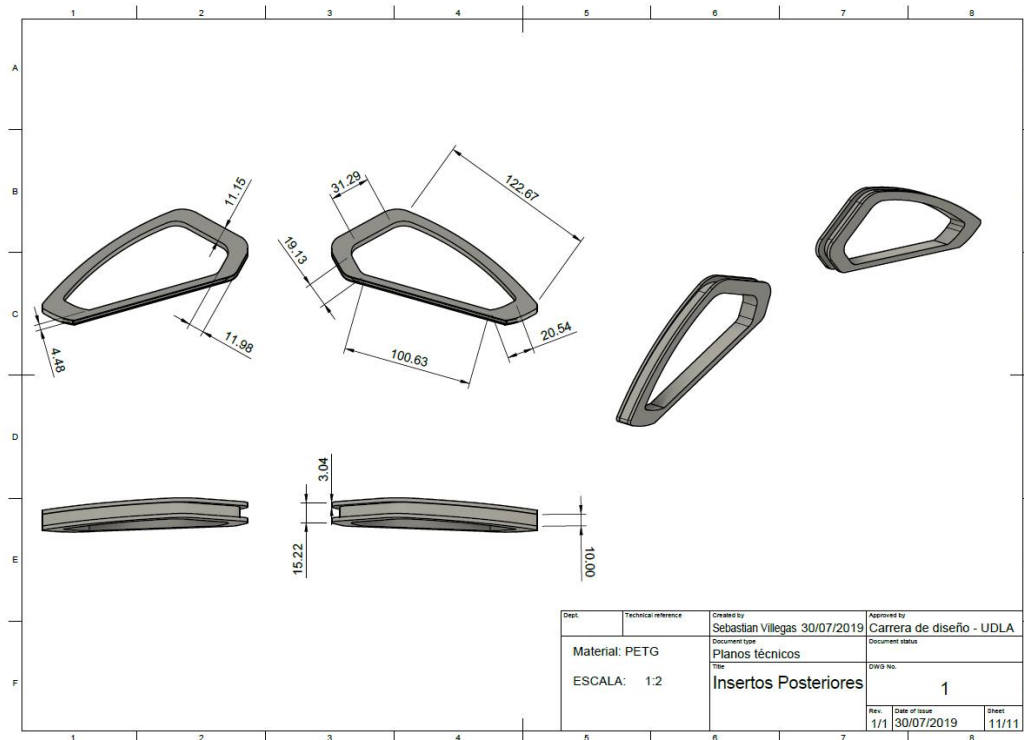


Figura 113. Planos técnicos de: Insertos posteriores.

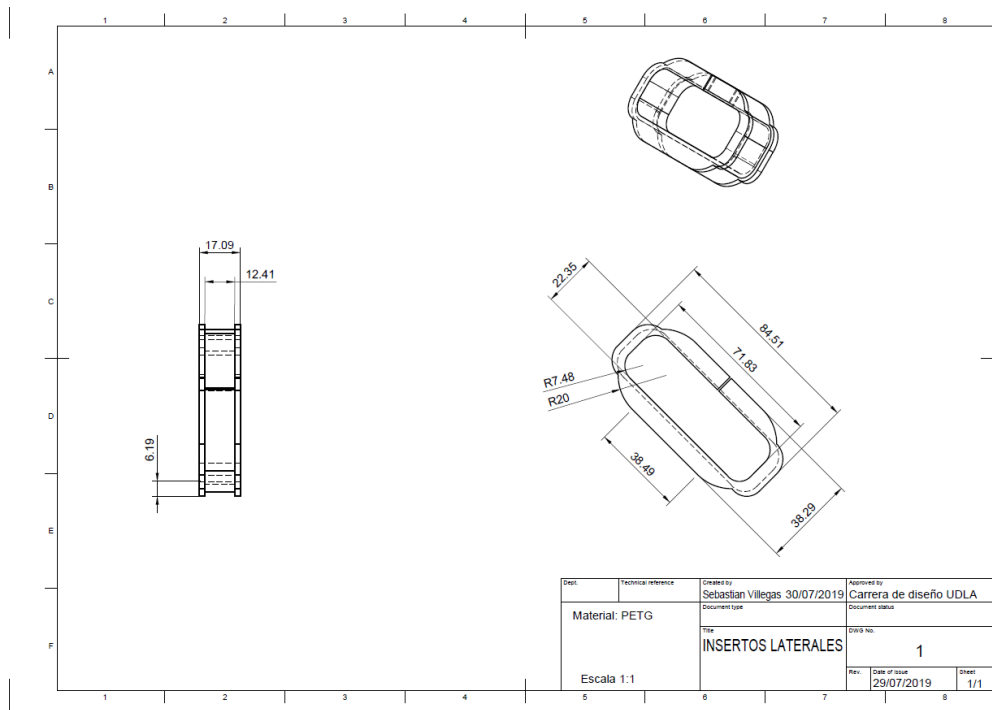


Figura 114. Planos técnicos de: insertos laterales.

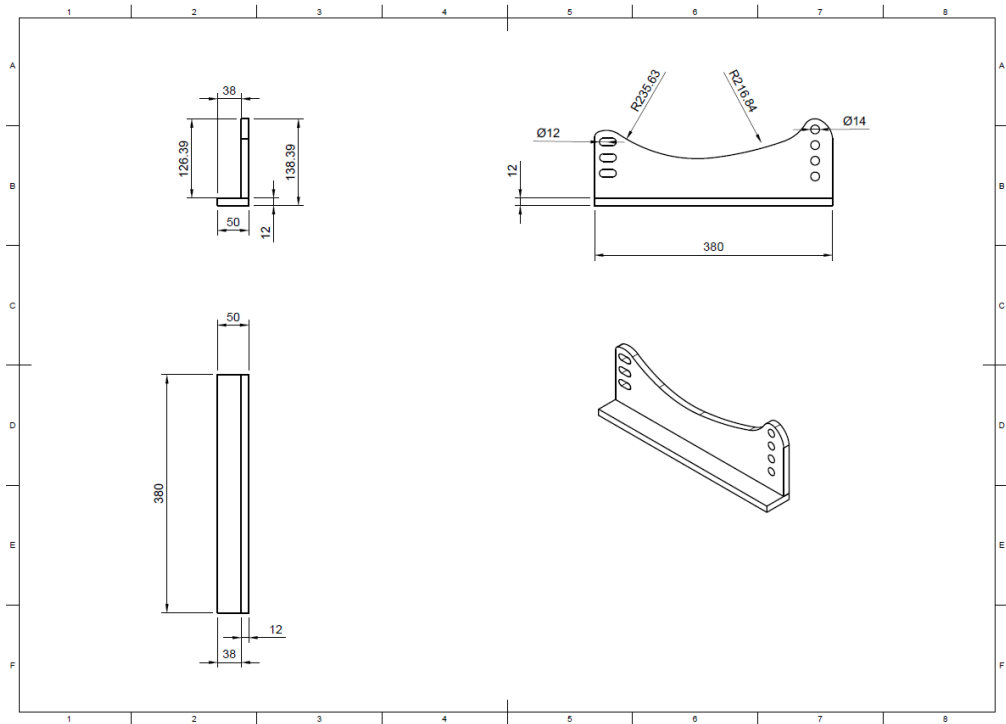


Figura 115. Planos técnicos de: montas de fijación

6.5.6. Costos de fabricación:

Materiales / procesos – Costo unitario de asiento (primera ocasión)

Tabla 6. Plan de producción; elementos y detalles.

Nombre	Tamaño/cantidad requerida	Costo Unitario	Costo total
Fibra de carbono	2 m2	\$13.50 / m2	\$27.00
Kit de EpoxAmite	Kit completo resina/endurecedor 10 lbs.	\$93.96	\$93.96
Bolsa de vacío	2 m2	\$12.50	\$12.50
Bomba de vacío	1	\$235.00	\$235.00

Troncos de madera de eucalipto para el molde (cortados y cepillados)	8x16x240 Se requieren 7	\$19.28	\$135.00
Proceso de desbaste con CNC	20 horas	\$ 10.00 x hora	\$200.00
Fabricación de molde termo formado en base al molde	1	\$400.00	\$400.00
Tela elegida	2 m2	\$25.00	\$50.00
Hilo elegido	2 m	\$3.25 x m	\$6.50
Plancha acero para montas	1m2	\$35.00 x m2	\$35.00
Filamento PETG	0.5 lb	\$31.00 x kg	\$7.75
Poliuretano expandido	4 lbs	\$2.00 x lb	\$8.00
Pintura	1L	\$15.00 x galón	\$3.96
Mano de obra	40 horas	\$3.50 x hora	\$140.00
TOTAL			\$1354.67

Materiales / procesos – Costo unitario de asiento (Siguietes ocasiones)

Tabla 7. Plan de producción; elementos y detalles segunda ocasión.

Nombre	Tamaño/cantidad requerida	Costo Unitario	Costo total
Fibra de carbono	2 m2	\$13.50 / m2	\$27.00

Kit de EpoxAmite	Kit completo resina/endurecedor 10 lb.	\$93.96	\$93.96
Bolsa de vacío	2 m2	\$12.50	\$12.50
Tela elegida	2 m2	\$25.00	\$50.00
Hilo elegido	2 m	\$3.25 x m	\$6.50
Plancha acero para montas	1m2	\$35.00 x m2	\$35.00
Filamento PETG	0.5 lb.	\$31.00 x kg	\$7.75
Poliuretano expandido	4 lb.	\$2.00 x lb	\$8.00
Pintura	1L	\$15.00 x galón	\$3.96
Mano de obra	40 horas	\$3.50 x hora	\$140.00
TOTAL			\$384.67

6.5.7. Punto de equilibrio y plan de producción

El punto de equilibrio para la recuperación de la inversión inicial para el primer modelo se hace en base a un cálculo de tiempo de retorno de 6 meses.

Fórmula: Inversión para el primer proyecto / meses de retorno

$$\mathbf{\$1500.00 / 6 = \$250 \text{ de retorno mínimo mensual}}$$

PVP tentativo por asiento con características de homologación (sin contar con ella) = \$500.00

Se establece plan de producción de un proyecto cada 8 días. El tiempo de producción de cada asiento puede variar entre 5 y 6 días hasta contar con el producto totalmente terminado. El molde hecho en plástico termo formado puede resistir hasta 30 réplicas.

Se espera obtener retornos por al menos \$1.000 al mes con la producción mínima de 2 asientos mensuales.

6.6. Etapa 4: Pruebas y refinamiento

6.6.1. Prototipo para validación en contexto

El objetivo principal de la creación de un prototipo de este proyecto es obtener datos relevantes respecto al diseño y funcionalidad del asiento provenientes de una validación sólida con usuarios reales. Esto solamente es posible creando un prototipo de alta fidelidad, el cual nos otorgue una clara idea de las características del asiento a producirse; como sus dimensiones, su forma y la capacidad que tiene de resolver las principales problemáticas de diseño y seguridad, además de conocer cómo es su interacción con un usuario real.

Para la realización del prototipo, se ha decidido trabajar con una escala 1:1, utilizando las medidas y proporciones reales del producto con la finalidad de poder realizar la prueba de contexto en un vehículo de escala real.

El prototipo se ha obtenido a partir de un molde creado en base al modelo tridimensional del asiento, tomando en cuenta todos los componentes que se generaron, sus medidas y formas y transmitiendo todo al molde con el fin de generar un prototipo de alta fidelidad. Se detalla a continuación sus materiales y el proceso de su fabricación.

Paso 1- Obtención del molde

Para la generación del molde se ha utilizado un bloque de madera de eucalipto, hecho en base a tablas con medidas de 16x8x60 cms adheridas entre sí. El modelo del molde negativo obtenido del software de modelado es tallado en el bloque de madera utilizando una máquina CNC de marca FADAL de 6 ejes como la que se muestra a continuación, resultando en la intención de un molde hecho a partir del desbaste de la madera que cuenta con una forma idéntica a la del modelo tridimensional. Se debe aplicar al menos dos capas de sellador a la madera del molde con el fin de perder cualquier tipo de aspereza y evitar que los materiales que estarán en contacto con el molde se adhieran de manera indeseada. Se presentan a continuación imágenes del molde en proceso de desbaste y terminado.



Figura 115. Desbaste de molde utilizando CNC de seis ejes.



Figura 116. Molde de madera terminado.

Paso 2- Aplicación de fibra de vidrio al molde

La selección del material se hizo en base a la facilidad de su moldeo y el parecido en resultado final en cuanto a forma y peso al modelo hecho en fibra de carbono. Una vez preparado el molde, se recubre con una capa de cera automotriz para facilitar su desmolde y se procede a aplicar la primera capa de resina con la primera capa de fibra de vidrio y se repite el proceso hasta obtener un espesor de pieza deseado.

Se ha utilizado resina con tonalidad negra para obtener un acabado lo más parecido en cromática a la fibra de carbono, que sería de tonalidades negras con gris.

Paso 3- Desmolde y detallado

Tras aproximadamente 18 horas se separa el prototipo de fibra del molde y se obtiene una pieza en escala real, que cuenta con el diseño, la forma y las características que se asemeja lo más posible a lo que sería una pieza de producción final. Se procede a recortar los excedentes de fibra de los bordes y a limar las asperezas que existan.



Figura 117. Prototipo desmoldado.

Paso 4- Creación de prototipos de las montas de fijación

Dado que los puntos de fijación varían entre vehículo y vehículo, se ha decidido generar un prototipo de montas en el cual se puedan probar las diferentes configuraciones de altura e inclinación, más no que se adapte a cualquier vehículo sino solamente a aquel seleccionado para la validación y durante la prueba mencionada, es decir, su forma no es definitiva.

El material seleccionado es metal en planchas de 6mm de espesor, se realizó una plantilla en base a los planos técnicos de las montas con el fin de ubicar las ranuras y perforaciones para la regulación de la altura en el lugar preciso y además denotar cuál sería el área de corte de las planchas.

Una vez realizadas las perforaciones, se sueldan las dos planchas que conforman la monta de cada lado en sentido perpendicular, es decir, la plancha perforada que sujeta el asiento se suelda con la platina o plancha que tiene las perforaciones hechas en base a los puntos de fijación de fábrica del vehículo seleccionado para la prueba.

Paso 5 – Creación de componentes de acolchonamiento

Los elementos de acolchonamiento para este prototipo están hechos en base a la forma y medida de la ficha técnica del componente. Se ha utilizado poliuretano expandido para las partes acolchadas en las medidas establecidas, forradas con tela acolchada de alta resistencia y costuras de la cromática determinada, buscando asemejarse lo más posible a los materiales de producción final.

Se han respetado espesores, la ubicación de componentes importantes como los soportes de las rodillas y lumbares y se ha trabajado en búsqueda de imitar la forma final de los cojines ergonómicos en la mayoría del caso. También cabe acotar que se ha implementado material tipo alfombra a sus partes posteriores para facilitar la adhesión al prototipo.

Paso 6 – Ensamblaje y preparación de prototipo

Finalmente, todos los componentes del prototipo se unifican. La configuración de elementos personalizados elegida para este prototipo es la siguiente:

- Cojín de soporte lumbar: Súper Sport – 25mm y laterales
- Cojín de piernas: Agresiv III – 84mm de espesor
- Tela deportiva acolchada color negro
- Costuras color rojo
- Insertos negros

Primeramente, se ubican los puntos de anclaje ubicados al inferior de los soportes laterales del asiento en el nivel de altura deseado de los dice disponibles, tanto en la parte frontal como en la posterior. Para esta prueba, se ha configurado al asiento en su opción más reclinada; es decir, con sus soportes delanteros en la altura más elevada y sus soportes posteriores en la altura más baja. Una vez fijado el asiento a las montas a través de los pernos, arandelas y tuercas, se procede a ubicar en su lugar a los cojines y elementos de acolchonamiento.

Para la adhesión de los componentes de acolchonamiento de la espalda se ha utilizado velcro ubicado detrás de todos los elementos y en la cáscara del asiento. Los tres componentes inferiores del acolchonamiento (cojines de piernas, glúteos y de soporte lumbar) encajan naturalmente por su forma y solamente se añade una pequeña pieza de velcro detrás del cojín de soporte lumbar para fijar su posición en caso de cualquier movimiento brusco.

Dado que el espesor de este prototipo no es el mismo que el del producto final debido a la diferencia de materiales, no se han impreso los insertos para los arneses de seguridad, pero si se han realizado las perforaciones en la cáscara del asiento en su debida forma, y se los ha recubierto con un polímero suave para evitar el desgaste de los arneses.

Una vez montados y asegurados todos los componentes del prototipo del asiento, se procede a fijarlo en su posición dentro del vehículo elegido para la

prueba. La fijación se realiza a través de las montas del asiento y los puntos de fijación de fábrica del vehículo, se presentan imágenes del prototipo fijado.



Figura 118. Prototipo montado en el vehículo de prueba (lateral).



Figura 119. Prototipo montado en el vehículo de prueba (posterior).

6.6.2. Validación del prototipo en contexto



Para la prueba de validación, en función del cumplimiento de los objetivos, se ubica el prototipo dentro de su contexto normal; el cual lo ubica dentro de la cabina de un vehículo en el cual se pueda validar su funcionamiento y si cumple o no con las necesidades del usuario en un escenario asemejado al contextual.

Se solicita la colaboración de un piloto profesional y se lo ubica dentro de la cabina del vehículo. Primero, se le solicita que se fije al prototipo a través de los arneses de seguridad de 4 puntos provistos para la prueba que se hallan correctamente fijados a los puntos de seguridad del vehículo. Y segundo, se procede a llevar al vehículo a una prueba de manejo en la cual se requiere que el piloto conteste algunas preguntas puntuales respecto al funcionamiento del prototipo a lo largo de la prueba y proporcione una retroalimentación detallada respecto a si cree que la forma y funcionalidad del asiento presentan una solución para sus necesidades.

6.6.3. Hallazgos de la validación

Tabla 8. Validación con piloto Álvaro Espinosa.

Necesidad	Comentario	Balance
<p>Apoyo lateral en zona de dorsales suficiente.</p> 	<p>“El apoyo dorsal está bien, brinda el apoyo suficiente, aunque podría ser más acolchonado en la zona señalada.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Se pueden realizar variaciones a los acolchonamientos y alargarlos un poco más.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>



<p>Sujeción adecuada y suficiente a nivel de los hombros</p> 	<p>“La posición y la forma son cómodas. No se debería ampliar ni recorrer hacia delante los soportes, no deben estar en contacto permanente con el piloto.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>
<p>Sujeción suficiente a nivel de las piernas</p> 	<p>“La forma de los laterales está bien porque te sostiene, la altura está perfecta. No le cambiaría la altura.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>
<p>Inclinación del espaldar cómodo y ángulo de piernas adecuado</p>	<p>“La inclinación en relación al asiento está perfecta.” “La inclinación de las rodillas</p>	<p>Positivo.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>



	<p>está muy bien, yo la prefiero así.”</p>	
<p>Los elementos de seguridad y funcionamiento del vehículo están al alcance</p> 	<p>“No es totalmente necesario que alcances a todos los comandos sino solo a los que importan, debes recordar que vas fijo al asiento.”</p>	<p>Neutro.</p> <p>El usuario alcanza a los elementos sin problema, aunque no es su prioridad.</p> <p>Satisface la necesidad.</p>
<p>El soporte lumbar resulta cómodo</p> 	<p>“El soporte se siente bien y es cómodo en conducción normal, habría que probarlo en</p>	<p>Positivo.</p> <p>Se puede probar el cojín de soporte lumbar en competencia, su forma resulta</p>

	condiciones de competencia largas para ver cuál es su verdadero efecto.”	cómoda al usuario. Si satisface la necesidad.
--	--	--

Tabla 9. Validación con piloto Cristian Donoso.

<p>Apoyo lateral en zona de dorsales suficiente.</p> 	<p>“Los laterales están perfectos, abrazan bien los costados.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>
<p>Sujeción adecuada y suficiente a nivel de los hombros</p> 	<p>“La forma está muy cómoda, me siento mejor si el acolchonamiento llega hasta el borde de los soportes.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Se pueden hacer variaciones en el largo de los elementos de acolchonamiento.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>

<p>Sujeción suficiente a nivel de las piernas</p> 	<p>“La altura está perfecta, no está ni bajo ni alto, está muy bien.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>
<p>Inclinación del espaldar cómodo y ángulo de piernas adecuado</p> 	<p>“Se podrían modificar los cojines para recostarte un poco más, o poner el asiento en una posición más inclinada, pero eso es gusto del piloto, por lo demás la estructura está muy bien, impresionante.”</p>	<p>Neutro.</p> <p>La forma del asiento agrada al piloto, pero preferiría una posición elegida a su gusto.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>
<p>Los elementos de seguridad y funcionamiento del vehículo están al alcance</p>	<p>“Todos los elementos están al alcance mientras estás fijado.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>El usuario alcanza a los elementos sin problema y opera</p>

		<p>el vehículo sin dificultad.</p> <p>Satisface la necesidad.</p>
<p>El soporte lumbar resulta cómodo</p> 	<p>“ Se siente bien, siento que me levanta justo aquí debajo.”</p>	<p>Positivo.</p> <p>Si satisface la necesidad.</p>

6. 6.4. Conclusiones específicas de la validación

1. Ambos pilotos mostraron gusto por la forma del asiento y la manera en que este sujetaba y fijaba sus cuerpos a la estructura.
2. Los gustos pueden variar, pero un pequeño cambio realizado a la ubicación de los cojines durante la validación solucionó cualquier incomodidad presentada.
3. El primer piloto en realizar la validación sintió un poco de des confort en una parte de la zona dorsal de su espalda, cabe recalcar que este usuario pertenece a otro percentil de pilotos debido a sus medias antropométricas. Variaciones en las dimensiones de los cojines solucionarían el problema.
4. El ángulo del espaldar seleccionado para este proyecto resultó acertado al momento de realizar las pruebas de conducción, ambos pilotos mencionaron sentirse cómodos.

5. Los cojines se adaptan bien y de manera ergonómica al cuerpo del piloto, tanto en la parte inferior como en la superior.
6. La prueba determinó que el espesor del acolchonamiento para la cabeza debe ser mayor.
7. El adecuado funcionamiento de componentes como las montas y el apoyo lumbar debe ser evaluado en pista, en condiciones reales de competencia.
8. Uno de los usuarios que participó en la prueba mencionó que este prototipo tiene una mejor funcionalidad que un asiento chino de venta, debido al origen de su diseño centrado en la ergonomía.

6.6.5. Cumplimiento de objetivos y satisfacción de necesidades:

El proyecto se ha desarrollado en función de cumplir los objetivos específicos que se plantearon en un inicio, los cuales se enlistan nuevamente a continuación:

1. Diagnosticar cual es la calidad, el origen y las fallas existentes en el diseño y el funcionamiento de los asientos que existen en el ámbito nacional, tanto homologados como réplicas, a través de un análisis de las características del asiento en cuestión sumado a las necesidades y requerimientos de pilotos
2. Crear una propuesta basada en estudios de ergonomía, materiales y diseño que represente una mejora significativa por sobre los asientos ya existentes a nivel nacional.
3. Validar el producto propuesto a través de la generación de un modelo de alta fidelidad o un prototipo que nos permita analizar la usabilidad del asiento en contexto. Es decir, que permita ubicarlo en la cabina de un automóvil y estudiarlo en el ámbito y espacio donde se desarrolla, con el fin de verificar su función y relación con el usuario y si es que resuelve las problemáticas identificadas.

En la etapa de diagnóstico se pudieron identificar cuáles eran los productos homologados y no homologados que se encuentran en nuestro ámbito nacional. Se realizó un análisis de cada uno de los elementos estudiados, buscando sus características tanto positivas como negativas. Se identificaron los problemas de diseño en los asientos de origen chino que los usuarios del medio usualmente

adquieren, y se trabajó en función de idear un proyecto que en todo sentido supere a los demás.

Para el cumplimiento del segundo objetivo, se realizaron estudios ergonómicos con el fin de generar un diseño que nazca y se centre en la figura del piloto, que se amolde a su forma y a sus necesidades funcionales y no solo estéticas. Un estudio de materiales para el producto ayudó a determinar cuál sería el material ideal para el proyecto, pensando en la resistencia, durabilidad y sobretodo en la seguridad el piloto.

Se desarrolló un proceso de diseño centrado en el piloto, específicamente en adaptarse lo mejor posible a su figura y a brindar soluciones óptimas para sus necesidades específicas de rendimiento y sus requerimientos estéticos.

El tercer objetivo habla acerca de realizar una prueba que valide el funcionamiento en el contexto en el que se desarrolla el producto, es decir, dentro de la cabina de un automóvil. La prueba de validación final realizada para este proyecto aportó con datos realmente importantes provistos por los pilotos profesionales encargados de realizarla, se pudo comprobar el funcionamiento del asiento en su contexto habitual (más no en un escenario de competencia). Se ha logrado analizar y determinar el cumplimiento de funciones del producto y también su capacidad de resolver las necesidades que los usuarios precisaron tener.



Figura 120. Cumplimiento de objetivos de proyecto.

6.6.6. Nombre del proyecto

Para este proyecto se ha realizado la asignación del nombre basado en la búsqueda de las características más notables del producto, en conjunto con un pequeño análisis de los adjetivos encontrados para describir la experiencia de realizar este proyecto.

En un inicio se empezó detallando las palabras o atributos principales que puedan relacionarse con el producto, o que puedan aportar a la generación de un nombre acorde. Se enlistan las principales a continuación:

- Fibra de carbono
- Ergonomía
- Carreras
- Deportividad
- Comodidad / Confort
- Fuerza
- Resistencia

Realizando un juego de palabras de aquellas sacadas y una búsqueda de la terminología que pueda representar algo de estos atributos, se concluye el análisis con el siguiente sencillo argumento:

Luego de analizar los adjetivos pensados para describir el proyecto y la experiencia general del diseño, se llegó a la conclusión de que es un proyecto que tuvo que superar varias complicaciones a diversos niveles. Sin importar las complicaciones que amenazaron con cancelarlo o retrasarlo, el proyecto resurgió y salió adelante. Este proyecto está aún por concluirse, pero ha logrado sobreponerse a varias adversidades que en más de una ocasión casi lo llevan al borde de su cancelación. Es por esto que se ha decidido llamar al proyecto "Phoenix – C6", en referencia al ave fénix, que es un ave que, según la mitología griega, vivía una larga vida en la cual se regeneraba cíclicamente o, de lo

contrario, nacía de nuevo; el nombre hace referencia al dicho popular “como el fénix, resurgió de las cenizas”.

“Phoenix” nace también por dos motivos adicionales, uno conceptual y dos de forma. El ave fénix, según la mitología, sobrevivía solamente del rocío, vivía en paz y cuidando y protegiendo a los seres vivos que lo rodeaban. Estas tres cualidades se traducen al proyecto de la manera siguiente:

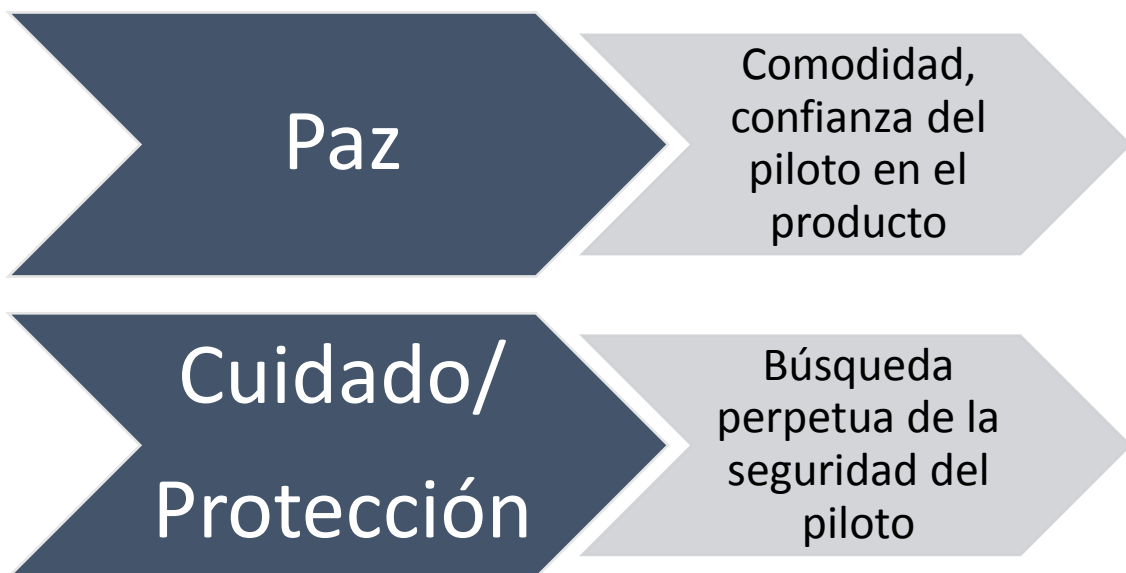


Figura 121. Gráfico de relación conceptual entre nombres.

Ambas partes, tanto la paz como la protección y el cuidado son factores en común y que enlazan conceptualmente al proyecto con el nombre elegido.

También por lo conceptual, se ha determinado el nombre asignado al modelo del asiento (C6) que tiene como base conceptual el principal componente del asiento, el carbono, el cual es el principal componente de la ceniza (de donde resurge el ave fénix). La C que representa al carbono en la tabla periódica de elementos es fusionada con su número atómico asignado, el 6, y de esa manera se obtiene el nombre final del modelo, C6.

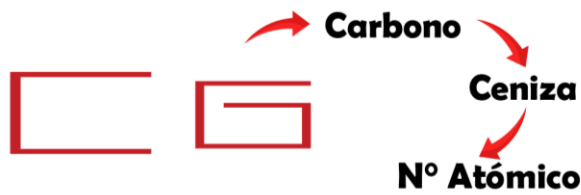


Figura 122. Explicación de formulación de modelo.

Por otra parte, la similitud de forma que tienen las alas del ave fénix resurgiendo con las aletas de soporte para hombros del asiento, que apuntan hacia el interior del diseño, es digna de recalcar. Además, en un tono un poco más abstracto, los insertos para los arneses de seguridad del espaldar cuentan con una forma que ciertamente se asocia con la figura de un ave con sus alas extendidas.

6.6.7. Tipografía

Para la selección de la tipografía para el nombre se ha buscado una que cuente con un diseño sencillo y minimalista y denote solidez.

Se ha elegido como base la tipografía Squared Display para la representación tanto del nombre del proyecto como del modelo, y se le ha realizado pequeños cambios para hacer su entendimiento más sencillo.

Tabla 10. Modificación a tipografía seleccionada.

Original
phoenix - c6
Modificada
PHOENIX c6

6.6.8. Plan de comunicación

Para el plan de comunicación se han tomado en cuenta los aspectos de mayor fuerza con los que cuenta este proyecto, además del diseño del producto. Se ha decidido realizar un plan en base a este nuevo asiento y su dinámica de adquisición, la cual permite al piloto personalizar su producto al elegir cuáles serán sus acabados y sus detalles estéticos.

Al contar con la personalización como uno de los ejes principales, se puede generar un plan que gire alrededor de este concepto y nos permita llegar al cliente de una manera dinámica, facilitando el proceso adquisitivo. Esto se planifica lograr a través de la creación de un sitio web que permita al usuario configurar su asiento a su gusto antes de realizar la compra.

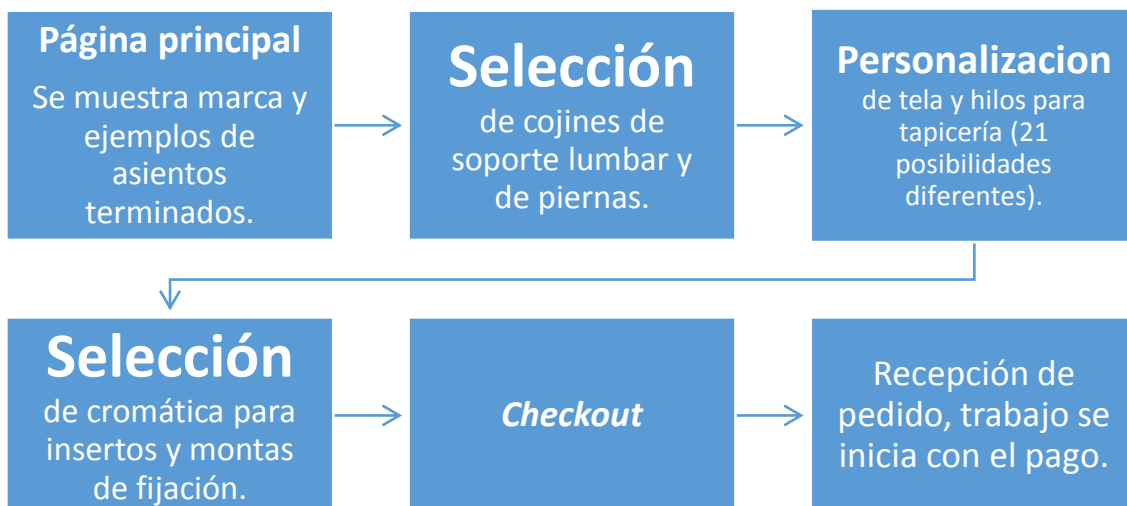


Figura 128. Gráfico de funcionamiento de metodología de venta en línea.

Este sitio web debe contar con un funcionamiento tal que permita la visualización clara y completa del producto, en conjunto con todas las opciones de personalización disponibles. Primero se permitirá al piloto elegir entre las opciones disponibles para sus elementos de acolchonamiento, específicamente,

el diseño para sus cojines de soporte lumbar y de piernas. Una vez realizada la configuración de los cojines, el usuario será redireccionado a la página siguiente, donde podrá elegir el tipo de tela que desea para tapizar sus cojines y elementos de acolchonamiento, al igual que su color y el tipo de hilo para las costuras con su respectiva cromática, se presentan veinte y un (21) posibles combinaciones de tapicería (tela e hilos) de las cuales escoger, doce (12) con tela de gamuza y nueve (9) con tela de alta resistencia.

El paso final del proceso de personalización se halla en la página siguiente, la cual muestra al usuario las opciones de color a elegir para los insertos de su nuevo asiento, tanto los posteriores como los laterales; y también aquellas para la cromática de sus montas de fijación al vehículo.

Una vez configurado el asiento al gusto del comprador, se procede a la página de “*checkout*”, donde se realiza la suma de los valores correspondientes a los diferentes elementos de personalización elegidos por el usuario. El usuario tendrá la posibilidad de realizar su pago mediante el portal de pagos con tarjeta de crédito o a través de una transferencia o depósito bancario a la cuenta expuesta en la página de *checkout*. Se haya realizado o no el pago, el usuario recibirá un número de orden y el sistema enviará inmediatamente un correo con las especificaciones del pedido al fabricante, el cual una vez corroborado el abono, empezará la fabricación.

7. Conclusiones y recomendaciones:

7.1. Conclusiones generales de la investigación

En el país predomina la venta de equipos automotrices deportivos de origen chino, su precio es accesible y a pesar de sus procesos de fabricación y materiales de mala calidad, cuentan con una estética que por asemejarse a la de ciertos modelos de asientos de homologación, llaman la atención del consumidor.

La fabricación de estos asientos se hace sin revisar ningún parámetro antropométrico ni ergonómico, sus diseños son planos y obsoletos y sus características no son idóneas para su desarrollo en competencia.

Los asientos de homologación son más complicados de conseguir a nivel nacional y cuentan con un costo elevado, aunque esto no es motivo de disuasión para los pilotos que invierten en su seguridad.

La elección de homologación más popular entre los pilotos ecuatorianos, indistintamente de la modalidad en la que se desempeñan, es la homologación FIA 8855 – 1999.

Los asientos de homologación que se consiguen a nivel nacional cuentan con diseños que se generaron hace aproximadamente diez o quince años. Pocos modelos de asientos que cuentan con la homologación FIA 8855 – 1999 son diseñados en base a la ergonomía del piloto, la forma y comodidad en estos asientos está dada por el acolchonamiento del asiento que se encuentra prácticamente en todas las áreas del asiento.

El fabricante aquel que desee obtener una homologación FIA 8855 – 1999 y diseñe su asiento en base a materiales y procesos de la homologación FIA 8862 – 2009, tiene una mucha mayor posibilidad de pasar las pruebas dinámicas requeridas para la otorgación de la homologación.

7.2. Conclusiones generales del desarrollo de la propuesta

El trabajo de diseñar las piezas en base a la figura humana se aligera con el uso de una figura humana o humanoide tridimensional que cuente con las medidas antropométricas establecidas para el desarrollo del proyecto.

Si se trabaja de esta manera y basándose en los resultados del proceso de diagnóstico, todo el diseño del producto de inicio a fin se centra netamente en el usuario, y en encontrar soluciones adecuadas para sus necesidades.

El modelado de todos los componentes es más preciso cuando se diseña utilizando un software paramétrico, se pueden obtener modelos tridimensionales, moldes y prototipos de muy alta fidelidad provenientes del mismo software.

La capacidad industrial de Ecuador, aunque aún no se encuentra en el nivel que podría estar, cuenta con industrias que se hallan en plena capacidad de producir varios tipos de productos y elementos que no se pensaría posible. Esto se concluye en base al ejemplo de la fabricación del molde para el prototipo de esta propuesta, que se realizó mediante desbaste con una máquina CNC de 6 ejes en la ciudad de Ambato.

7.3. Conclusiones generales de la validación

La fabricación de un prototipo en base a un molde o modelo de alta fidelidad es la mejor manera de comprobar su funcionalidad y forma, para este caso en específico era primordial la obtención de un modelo que represente de la mejor manera el modelo tridimensional, con el fin de realizar una validación acorde a las necesidades del proyecto.

La forma del prototipo fue del agrado de los pilotos encargados de la validación, si bien no se pudo analizar el comportamiento del mismo en un escenario de competencia, se pudo comprobar su funcionamiento, forma y la manera de dar solución a los requerimientos y necesidades del piloto en el contexto en el cual se desempeña regularmente, dentro de la cabina de un automóvil.

La retroalimentación obtenida por parte de los pilotos indica pocos cambios a realizarse en el diseño, se puede mejorar en función de la comodidad de ciertos pilotos que pertenecen a otro percentil con tan solo realizar modificaciones a la disposición de los cojines y en caso de ser necesario, a sus dimensiones.

7.4. Recomendaciones

Se recomienda realizar una validación digital de resistencias una vez obtenidos los valores correspondientes a las resistencias mecánicas de cada uno de los materiales empleados con el fin de determinar los valores límite en cuanto a la resistencia del producto ante la aplicación de fuerzas en diferentes direcciones.

Se recomienda continuar con el proceso de investigación y diseño para la homologación de este proyecto, empezando por la fabricación de un nuevo

molde, un nuevo prototipo de mayor fidelidad y culminando con el acercamiento a una de las casas de pruebas aprobadas por la FIA para posteriormente, fabricar un modelo definitivo y enviarlo para la realización de las pruebas correspondientes.

Se recomienda realizar la investigación posterior para la definición de las tallas restantes para futuros asientos diseñados para los percentiles de medidas antropométricas más pequeñas.

Realizar un proceso investigativo a conciencia, identificando verdaderas problemáticas de diseño y buscando siempre contar con más información que la que se requiere.

Realizar pruebas, es fundamental encontrar maneras de solucionar problemas de diseño utilizando métodos sencillos como la fabricación de prototipos o modelos rápidos.

REFERENCIAS

Acelerando. (2018). *Reglamento Técnico de Circuitos FEDAK 2015*.

Recuperado el 16 de Julio de 2018 de:

<http://www.acelerando.com.ec/deporte/pista/689-reglamento-tecnicode-circuitos-fedak-2015>

Astudillo, J. (2012). *Historia del deporte ecuatoriano*. Recuperado el 5 de Julio de 2018 de: <http://juanastudilloaviles.blogspot.com>

Bryn M. (2015). *Are Seats The Most Important Part Of Your Car?* (Aspecto de referencia Cobra). Tomado el 24 de Julio de 2018 de: <http://www.speedhunters.com/2014/06/takata-ask-the-expert-answers/>

Burroughs M. (2012) *Status Racing. Stanceworks magazine*. Recuperado el 18 de Agosto de 2018 de: <http://www.stanceworks.com/2012/01/status-racing-2/>

Composite dimensions. (2015). Vacuum Assisted Resin Infusion Process.

Recuperado el 16 de junio de 2019 de:

<https://www.youtube.com/watch?v=mbrq2fDN8bA>

El comercio. (2014). Valverde es un „maestro“ de campeones. (Fotografía Luis Valverde). Recuperado el 25 de julio de 2019 de:

<https://www.elcomercio.com/deportes/valverde-maestro-decampeones.html>

Enciclopedia Británica. (2018). Automobile racing. Recuperado el 16 de julio de 2018 de: <https://www.britannica.com/sports/automobile-racing>

Fedak. (2018). Información de Fedak. Recuperado de:
<http://fedak.com.ec/index.php/comunicados/comunicado-aclubes/book/2>

Fia. (2017). *FIA Standard 8855-1999 - Competition Seats - updated: 19.06.2017*. (Homologación FIA 8855-1999). Recuperado el 8 de julio del 2018 de: <https://www.fia.com/homologations>

Fia. (2018). *FIA Standard 8862-2009 - Advanced Racing Seats - updated: 12.10.2018*. (Homologación FIA 8862-2009). Recuperado el 8 de julio del 2018 de: <https://www.fia.com/homologations>

Guo L., Dong R., Zhang M. (2016). *Effect of lumbar support on seating comfort predicted by a whole human body-seat model. International Journal Of Industrial Ergonomics*. Recuperado el 25 de Febrero de 2019 de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169814116300178?via%3Dihub>

J. Villegas. *Entrevista a Sam Ortiz - recurso de acercamiento etnográfico*. (2018). Recuperado de:
<https://www.youtube.com/watch?v=Gdh6C9Om1Q>

La hora. (2011). VRT equipo ambateño para la Vuelta al Ecuador 2011. (fotografía auto Luis Valverde). Recuperado el 25 de julio de 2019 de: <https://www.lahora.com.ec/noticia/1101223200/vrt-equipo-ambateopara-la-vuelta-al-ecuador-2011->

M.S. Ramaiah. School of Advanced Studies - Bangalore. (2018). *Driver Seat Ergonomics*. Recuperado el 16 de Julio de 2018 de:
[http://164.100.133.129:81/econtent/Uploads/05%20and%2006_DriverSeat%20Ergonomics%20\(ver.1\).pdf](http://164.100.133.129:81/econtent/Uploads/05%20and%2006_DriverSeat%20Ergonomics%20(ver.1).pdf)

Msar. (s.f.). Arnés de seguridad de 5 puntos. Tomado de:
<https://www.msar.co.uk/race-harnesses/trs-magnum-4-pointharness.html>

Nikhil G., S. Zeltmann. (2016). *The Carbon-Fiber Future: It's About More Than Speed (Op-Ed)*. *Rev livescience*. (Piezas de fibra de carbono). Recuperado de: <https://www.livescience.com/53995-carbon-fiber-mayfinally-be-coming-to-cars-everywhere.html>

OMP. (s.f.) Asiento homologación 8862-2009. Tomado de:
https://www.ompracing.com/en_gb/hte-one-e.html

Panero, J. and Zelnik, M. (2018). Las dimensiones humanas en espacios interiores. Barcelona, España, pp.57 - 67. Recuperado el 16 de Julio de 2018 de:
<https://www.fceia.unr.edu.ar/darquitectonico/darquitectonico/RepHip/las-dimensiones-humanas.pdf>

Pegasusauto. (s.f.). Casco con homologación. Tomado de:
<https://www.pegasusautoracing.com/productselection.asp?Product=BE167%2DS15>

Rennline. (s.f.) Extintor para vehículos de carreras. Tomado de:
<http://www.rennline.com/Universal-Fire-ExtinguisherMount/productinfo/FE09/>

Rosalío A., Lilia P., Elvia G. (2007). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. Tomado el 18 de junio de 2019 de:
<https://es.slideshare.net/erendiramartnz/dimensiones-antropomtricaslatinoamericanas>

Smoothon s.f. (Kit de resina epoxamite 101). Recuperado el 05 de julio de 2019 de: <https://www.smooth-on.com/products/epoxamite-101/>

Speedhunters. (2014) TAKATA Answers your questions. (Aspecto de referencia Takata). Tomado el 24 de Julio de 2018 de:

<http://www.speedhunters.com/2014/06/takata-ask-the-expert-answers/>

Uscomposites s.f. Rollo de fibra de carbono. Recuperado el 05 de julio de 2019 de: <http://www.uscomposites.com/shortroll.html>

Anexos

Encuestas realizadas a pilotos

Preguntas a los pilotos:

PRODUCTO:

1. Por favor, voy a pedir que me ayude proporcionándome su nombre, su edad e información acerca de la modalidad y categoría de automovilismo en la que se desempeña.
2. Al momento de adquirir un asiento deportivo para la realización de esta actividad, cite por favor cuál o cuáles son sus marcas de preferencia.
3. Para el tipo de competencias en las que participa, ¿prefiere un asiento que cuente con las características de la homologación n° 8855 – 1999 o las características de la homologación n° 8862 – 2009?
4. Explique el porqué de su decisión, basándose en los criterios que usted considere necesarios (precio, características especiales, apariencia, funcionalidad, comodidad, lealtad a la marca, etc.) Si es que citó más de dos marcas, ¿explique porque elige una por sobre la otra?
5. ¿Existen características específicas o especiales que el asiento requiera para poder ser utilizado en las carreras en las que usted participa?
6. ¿Cuánto pagó por el asiento que utiliza actualmente y cual sería un valor estimado de lo que usted pagaría por un asiento que cuente con las características de su preferencia?
7. ¿Explique por favor como y donde realizó la compra de este producto?

8. ¿La talla y el material del producto que posee actualmente le satisfacen por completo?
9. ¿Existen cambios que realizaría al diseño o al funcionamiento de este asiento en específico? ¿O existe alguna característica adicional con la que le gustaría que cuente este producto?
10. ¿Le parece buena la idea del diseño y desarrollo de un asiento de competición con características de homologación que se fabrique a nivel nacional o regional?

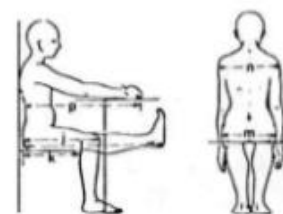
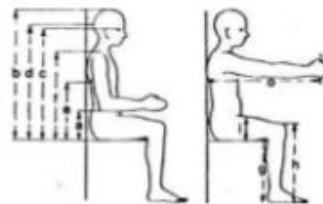
PRODUCTO-ACTIVIDAD

1. ¿Podría por favor ponerse en la posición adecuada para el uso de este producto y explicar un poco acerca de cuáles son las acciones que realiza mientras está dentro de la cabina conduciendo y cómo influye (ayuda o dificulta) el diseño del asiento que tiene actualmente?

(en este punto, una vez especificadas y anotadas las acciones que el piloto realiza durante la actividad, se le pedirá que se ponga en la posición correcta para cada una de las mismas y se tomarán medidas referenciales de ángulos, distancias y espacios necesarios.)

Sentado en silla, altura 32,5 cm (17 pulgadas)

		in.	cm
a	altura codo respecto a asiento	7-57	1-21
b	altura coronación cabeza respecto asiento	31-27	1-43
c	altura ojo respecto a asiento	26-82	1-47
d	altura occipucio sobre asiento	28-09	1-44
e	altura homoplatos sobre asiento	15-68	1-09
f	altura acromión sobre asiento	20-67	1-23
g	altura poplítea desde suelo	15-15	0-85
h	altura coronación rodilla desde suelo	18-83	0-87
i	altura coronación muslo sobre asiento	4-96	0-90
j	distancia cara frontal rodilla-plano sacral	22-04	1-36
k	distancia ángulo poplíteo-plano sacral	18-46!	1-14
l	distancia pantorrilla-plano sacral	36-76	1-78
m	anchura muslos	14-74	1-55
n	anchura bideltoides	16-26	1-17
o	distancia horizontal cara posterior tórax-lápiz asido, brazo recto	28-56	1-67
p	distancia horizontal cara posterior tórax-lápiz asido mano, brazo recto, mano 27,5 cm (11 pulgadas) sobre asiento	25-35	1-84



Estas mediciones se realizarán con casco para poder obtener las medidas requeridas en condiciones reales de conducción deportiva y los límites que tiene el diseño del producto del piloto entrevistado.

2. Ya que hemos analizado a profundidad las acciones requeridas para la realización de la actividad, ¿cree usted que alguna de estas pueda ser facilitada, asistida o que alguna dificultad que tenga se pueda solucionar a través de una mejora de diseño?

3. ¿Existe alguna acción que se le complique realizar de alguna manera debido a alguna característica o algún factor relacionado a su asiento o la postura que este le ofrece?