

**REDISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARROCERÍA DE UN VEHÍCULO
DEPORTIVO, UTILIZANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA INVERSA Y
DESARROLLO DE PRODUCTOS.**

ESTEBAN JARAMILLO B.
JUAN ESTEBAN RANGEL G.
CAMILO GONZÁLEZ B.



Medellín
Universidad EAFIT
Escuela de Ingeniería
Ingeniería de Diseño de Productos
2011

**REDISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARROCERÍA DE UN VEHÍCULO
DEPORTIVO, UTILIZANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA INVERSA Y
DESARROLLO DE PRODUCTOS.**

ESTEBAN JARAMILLO B.
JUAN ESTEBAN RANGEL G.
CAMILO GONZÁLEZ B.

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieros de
diseño de Producto

Asesores: JUAN ESTEBAN SCHUTH BARRERA, Propietario del vehículo y
cliente.

Co-Asesor: LUIS FERNANDO SIERRA, Asesor general.



Medellín
Universidad EAFIT
Escuela de Ingeniería
Ingeniería de Diseño de Productos
2011

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, Junio de 2011

Este proyecto de grado queremos dedicarlo a nuestras familias, gracias por todo su apoyo durante este proceso y por ayudarnos a concluir esta última etapa en la universidad exitosamente.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a la universidad EAFIT que estuvo pendiente de nuestro proyecto de grado y fueron muy atentos a todas nuestras dudas durante el desarrollo del mismo. A los integrantes del laboratorio de metrología de la universidad EAFIT que nos ayudaron en el proceso de escaneo digital.

Así también a los profesores encargados del proyecto; José Fernando Martínez, Gilberto Osorio, Luis Fernando Sierra y Ricardo Mejía, gracias por los conocimientos, opiniones y el apoyo brindado. Además gracias al coordinador de proyectos de grado Jorge Maya, su ayuda fue vital para la formalización y el diseño final.

Agradecimientos especiales a Juan Esteban Schuth propietario del vehículo, que cumplió el rol del cliente y además fue el principal apoyo durante todo este proceso.

Por último, gracias a los integrantes de los laboratorios de soldadura y desarrollo de productos, debido al tipo de construcción de este proyecto de grado, ellos fueron las personas que más colaboraron durante este proceso y sin ellos no se hubiera podido llegar a buen término. Gracias a Fernando Rúaless, Yesid Vásquez, Jorge Duarte, Juan Camilo Gómez, Alexander Gil y Gilberto Agudelo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. ANTECEDENTES	19
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. OBJETIVOS	21
3.1. Objetivo general	21
3.2. Objetivos específicos	21
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	22
5. ETAPA 1: INVESTIGACIÓN.....	23
5.1. Estudio fotográfico Korrekaminos (Volkswagen)	23
5.2. Medidas generales del vehículo	23
5.3. Análisis de técnicas utilizadas para la construcción del modelo actual	26
5.4. Inventario Del Korrekaminos.....	28
5.5. Análisis del estado actual de las partes del vehículo	29
5.6. Estado del arte.....	31
5.6.1. Conclusiones del estado del arte	31
5.7. Kit-cars	31
5.8. Brief	36
5.8.1. PDS.....	37
5.9. Análisis de geometrías del vehículo	38
5.9.1. Análisis Lateral	38
5.9.2. Análisis frontal	39
5.10. Análisis de la forma del vehículo	40
5.11. Boards / Collages	41
5.11.1. Conclusiones sobre los boards	45
5.12. Mapa perceptual	46
5.12.1. Conclusiones mapa perceptual	46

5.13. Selección del lenguaje de diseño para el vehículo	48
5.14. Generación de Ideas	49
5.14.1. Primera evaluación de ideas por parte del cliente	49
5.14.2. Rediseño de ideas.....	50
5.14.3. Evaluación del rediseño de ideas.....	51
5.14.4. Segundo rediseño de ideas.....	51
6. ETAPA 2: DESARROLLO	53
6.1. Diseño final KORREKAMINOS.....	53
6.1.1. Acotación del diseño final.....	53
6.1.2. Package Drawing.....	54
6.2. Ingeniería inversa	59
6.2.1. Protocolo de digitalización.....	59
6.3. Modelación 3D y planos de taller de las piezas rediseñadas	61
6.4. Métodos de ensamble	62
6.5. Planos y manual de ensamble.....	62
7. ETAPA 3: APLICACIÓN	63
7.1. Moldes y vaciado de piezas.....	63
7.1.1. Molde Positivo	63
7.1.2. Molde Negativo	64
7.1.3. Vaciado de piezas	64
7.2. Ensamble y acabado	65
7.3. Producto final y pruebas de usuario	65
8. CONCLUSIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67

LISTA DE TABLAS

Todas las tablas son de elaboración propia

Tabla 1. Inventario de partes.	28
Tabla 2. Estado de las partes.	30
Tabla 3. Especificaciones de diseño de producto (PDS)	37

LISTA DE BOARDS.

La conformación de todos los boards es de elaboración propia, las imágenes se tomaron del banco de imágenes de Google Images.

Boards 1. Tendencia de diseño Ferrari©.	41
Boards 2. Tendencia de diseño Lamborghini©.	42
Boards 3. Tendencia de diseño Porsche©.....	42
Boards 4. Vehículos tipo coupé en vista ¾.	43
Boards 5. Vehículos tipo coupé en vista lateral.	43
Boards 6. Vehículos tipo coupé en vista ¾ trasera.	44
Boards 7. Vehículos coupé en vista frontal.....	44

LISTA DE IMÁGENES

Todas las imágenes son de elaboración propia, excepto las imágenes 4 a la 18, obtenidas del banco de imágenes de Google Images.

Imagen 1. Vista frontal.	24
Imagen 2. Vista lateral.	24
Imagen 3. Vista trasera.	25
Imagen 4. Súper Seven.	33
Imagen 5. Buggy.	33
Imagen 6. Cobra.	33
Imagen 7. Kit car tipo Clásico.	34
Imagen 8. Kit-car tipo Sport.	34
Imagen 9. Kit-car tipo Trike.	34
Imagen 10. Kit-car tipo 4x4.	35
Imagen 11. Audi© TT.	46
Imagen 12. Lamborghini© Murciélago.	46
Imagen 13. Nissan© 370 Z.	47
Imagen 14. Peugeot© 307 CC.	47
Imagen 15. Renault© Laguna Concept.	47
Imagen 16. Honda© Civic Si.	47
Imagen 17. Mazda© 2.	48
Imagen 18. Mazda© 3.	48
Imagen 19. Proceso de rediseño de ideas.	50
Imagen 20. Segundo rediseño vista lateral.	51
Imagen 21. Segundo rediseño vista $\frac{3}{4}$ frontal.	52
Imagen 22. Segundo rediseño vista $\frac{3}{4}$ Trasera.	52

Imagen 23. Render diseño final.	53
Imagen 24. Diseño final acotado.....	53
Imagen 25. Modelación 3D, defensa trasera y ubicación de las tres vistas.....	60
Imagen 26. Medida nominal de la defensa trasera y geometrías proyectada desde las fotografías.	61
Imagen 27. Defensa trasera finalmente modelada con la técnica de proyección de vistas.....	61

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Todas las ilustraciones son de elaboración propia

Ilustración 1. Análisis lateral de geometrías del vehículo.....	38
Ilustración 2. Análisis frontal de geometrías del vehículo.	39
Ilustración 3. Análisis de formas del vehículo.	40
Ilustración 4. Introducción al Package drawing.	55
Ilustración 5. Vistas principales del vehículo, arquitectura, hombre danés y mujer china.	56
Ilustración 6. Ángulos de visión, especificaciones técnicas, medidas adicionales y H-point.	57
Ilustración 7. Corte de secciones Korrekaminos.....	58

LISTA DE DIAGRAMAS

Todos los diagramas son elaboración propia.

Diagrama 1. Metodología de trabajo.....	22
---	----

RESUMEN

En el siguiente proyecto de grado se mostrará el proceso de rediseño y construcción de una carrocería para un vehículo deportivo.

Para la realización de este proyecto se trabajaron técnicas de diseño, basadas en la metodología expuesta por Ulrich y Eppinger en su libro “Diseño y Desarrollo de Productos”, modificada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Se trabajó con los Kit-cars como el referente de construcción para la materialización del proyecto.

Se desarrollaron varias técnicas para lograr el diseño final de la carrocería, como: Lluvia de ideas, diseño por capas superpuestas, boards, mapas perceptuales y Package drawing.

Una vez concebido el diseño final, se realizó un modelo tridimensional del vehículo, con las partes estándar sugeridas por el cliente, de la cual se obtuvieron los planos de taller.

Las piezas de la carrocería se construyeron en un compuesto de resina de poliéster con fibra de vidrio, ensamblado a un chasis fabricado previamente en perfil rectangular y tubo de acero 1020.

Se concluyó el proyecto entregándole la carrocería construida a Juan Esteban Schuth, cliente y propietario del vehículo KORREKAMINOS.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto está enfocado en el rediseño y construcción de la carrocería de un vehículo deportivo utilizando técnicas de ingeniería inversa y desarrollo de productos, como proyecto de grado del pregrado de ingeniería de diseño de producto de la Universidad EAFIT.

Se decidió desarrollar este proyecto debido a la oportunidad presentada por el cliente y propietario del vehículo Juan Esteban Schuth, quién tenía como principal objetivo rediseñar el vehículo que heredó de su padre.

Se aplicaron diferentes técnicas aprendidas durante todo el pregrado tanto en el campo de la ingeniería como en el campo del diseño de producto. Logrando al final un vehículo totalmente funcional y apto para la circulación en las calles de la ciudad.

El vehículo ya fue modificado una vez y cuenta con matrícula para la circulación por las calles de la ciudad. Como el usuario pretende cambiar el color original del vehículo, deberá cambiar la matrícula del mismo y ponerse al día con los impuestos exigidos por las autoridades locales.

1. ANTECEDENTES

El vehículo con el cual se pretende desarrollar este proyecto de grado es un Volkswagen¹ Escarabajo modelo 67, el cual tiene un chasis modificado en la parte trasera, ésta modificación constó en unir dos chasis para formar uno, el primero del vehículo original con otro de un Volkswagen “Súper Escarabajo”, que fueron automóviles hechos para Estados Unidos en los años setentas y que tuvieron ciertos componentes diferentes con respecto a los Volkswagen escarabajos² convencionales, tales como; motor 1600 cc, a diferencia del motor estándar de 1500 cc, con una potencia de 60 CV³, un refrigerador de aceite externo fue añadido también al vehículo, además de la redistribución de ciertos componentes los cuales le añadieron 12 pies cúbicos más de almacenamiento en la sección del maletero frontal.

La estética del vehículo fue modificada por el señor Oscar Schuth⁴, él se encargó de cambiar la carrocería de este vehículo para darle una apariencia más deportiva y única (Ver ilustración 1, 2. Y Anexo H), el trabajo fue realizado artesanalmente por él mismo y un compañero de trabajo, quien también posee uno de estos vehículos que actualmente es completamente funcional. Hace aproximadamente 14 años el vehículo dejó de circular por las calles de la ciudad debido a un impacto recibido en su guardafangos delantero derecho, se pretendió arreglar pero terminó por confinar el vehículo en un taller de la ciudad, desde esos días el vehículo no ha sido tocado por ninguna persona y actualmente se encuentra en un estado de conservación deplorable.

¹ **Volkswagen**: empresa importadora y distribuidora de los vehículos, piezas de recambio, y accesorios de las marcas Audi, Volkswagen, Skoda. Fuente: VAESA (citado 20 Octubre 2010) <www.vaesa.es>

² **Escarabajo**: denominado también Volkswagen Tipo 1, es un automóvil de bajo costo producido por el fabricante alemán Volkswagen entre los años 1938 y 2003. Fuente: Oswald, Werner (2003). *Deutsche Autos 1945-1990*, vol. 3. Stuttgart: Motorbuch Verlag. p. 39. ISBN 3-613-02116-1.

³ **CV**: caballo de vapor (CV) es una unidad de medida de potencia que se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente un peso de 75 kg, a 1 m de altura en 1 s. Fuente: RAE (citado 20 octubre 2010) <http://buscon.rae.es/drael/Srvlt/ObtenerHtml?origen=RAE&IDLEMA=81933&NEDIC=Si#caballo_de_vapor>

⁴ **Oscar Schutch**: Padre de Juan Esteban Schutch, asesor del proyecto y dueño actual del vehículo.

2. JUSTIFICACIÓN

Se tiene un vehículo en mal estado y que ha dejado de circular en la ciudad. El señor Juan Esteban Schuth, hijo de Oscar Schuth artesano del vehículo original, decidió darle una completa renovación al vehículo debido a que se trata de una herencia familiar que desea recuperar, además se debe tener en cuenta que las tendencias de diseño y apariencia de los autos deportivos han cambiado a través de los últimos 30 años.

Sumándole a este motivo, está el factor académico, con el cual se pretende hacer uso de los recursos de trabajo que brinda la Universidad EAFIT, dentro de estos recursos se destaca uno al cual se le quiere dar mayor importancia por el reto que éste significa, el escaneo digital (Ingeniería inversa⁵).

Este proceso de escaneo digital se aplicará al chasis del vehículo actual⁶, presentando así un reto para los estudiantes, ya que las herramientas disponibles en la universidad para este tipo de trabajo, sólo tienen alcance con piezas de menor tamaño, y el chasis del vehículo es mayor a las dimensiones de cualquier trabajo convencional realizado previamente con estos equipos. Se desarrollará la digitalización del chasis del vehículo, basando el proceso en la ingeniería inversa, ya que no hay antecedentes de una digitalización de un objeto con estas dimensiones.

⁵ **Ingeniería Inversa**; es un método válido para la creación o recreación de nuevos productos a partir de productos existentes y a veces obsoletos.

Fuente: <http://www.creaform3d.com/es/handyscan3d/applications/reverse-engineering.aspx>

⁶ **Chasis actual**, se considerará chasis actual a lo largo de este proyecto de grado como el chasis Volkswagen original del vehículo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Desarrollar, a partir de un chasis de un vehículo Volkswagen existente y mediante la aplicación de la ingeniería inversa, la carrocería de un vehículo deportivo.

3.2. Objetivos específicos

Etapa 1 (Investigación)

- i. Establecer las bases para un desarrollo coherente del proyecto mediante la investigación, recopilación y análisis de la información.
- ii. Definir un diseño de carrocería que esté acorde con las tendencias de diseño de vehículos deportivos actuales.

Etapa 2 (Desarrollo)

- i. Concebir en un modelo CAD y en planos de taller, el diseño seleccionado y sus detalles correspondientes.

Etapa 3 (Aplicación)

- i. Desarrollar la carrocería del vehículo utilizando técnicas de construcción de productos aprendidas durante el pregrado y la investigación previa.
- ii. Verificar por medio de pruebas de usuario la conformidad del cliente con el producto terminado.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

A continuación se presenta un diagrama de la metodología de trabajo⁷, la cual fue elaborada por el grupo de trabajo adecuándose a las etapas y retos que presenta el actual proyecto. La metodología de trabajo se basó en la metodología planteada en el libro “Product Design And Development” de Ulrich y Eppinger. Se dividió en tres etapas que constituyen los pilares del trabajo de grado.

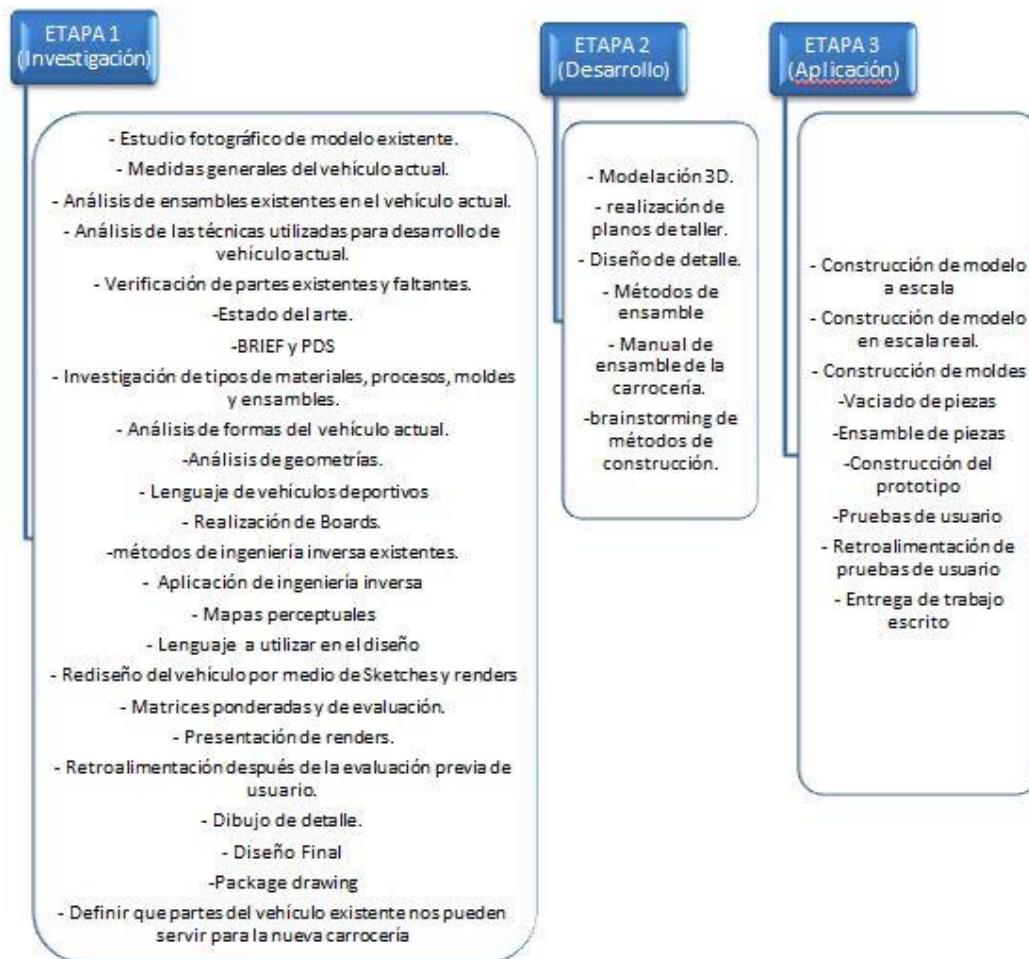


Diagrama 1. Metodología de trabajo

⁷ Basada en la Metodología propuesta en el libro “product design and development, 4th edition” de Ulrich y Eppinger, Capítulo 1, página 9.

5. ETAPA 1: INVESTIGACIÓN

Durante la etapa de investigación, se reunió la mayor cantidad de información útil para desarrollar el diseño final de la carrocería, acorde a las tendencias actuales de vehículos deportivos.

5.1. Estudio fotográfico Korrekaminos⁸ (Volkswagen)

En esta etapa, a través de fotos se mostrará el estado en el que se encontró el vehículo Volkswagen Escarabajo “Korrekaminos”. Primero se mostrarán las vistas generales del vehículo y luego se mostrarán las partes y características del vehículo desde la parte delantera hasta la trasera. **(Ver anexo A. Estudio fotográfico).**

5.2. Medidas generales del vehículo

A continuación se presentarán las medidas generales del vehículo sobre el cual se va a trabajar, las medidas están especificadas en metros y son medidas aproximadas debido a que fueron tomadas de manera manual.

- Ancho total: 1,75 M
- Distancia entre ejes: 2,38 M
- Alto en el frente (desde inicio de carrocería hasta final del techo): 1,02 M
- Largo Total: 3,48 M
- Largo del guardabarros delantero: 0,9 M
- Largo del guardabarros trasero: 0,72 M
- Altura trasera hasta compartimiento del motor: 0,54 M
- Altura frontal desde el estribo hasta el techo: 1,07 M
- Ancho de la parte trasera: 1,65 M

⁸ Nombre dado por el propietario y constructor al vehículo. Korrekaminos seguirá siendo el nombre del proyecto.

Luego del estudio fotográfico se presentarán a continuación los diagramas representativos de las tres vistas del vehículo (Frontal, lateral, posterior) y sus respectivas cotas para facilitar el entendimiento de la información previa.

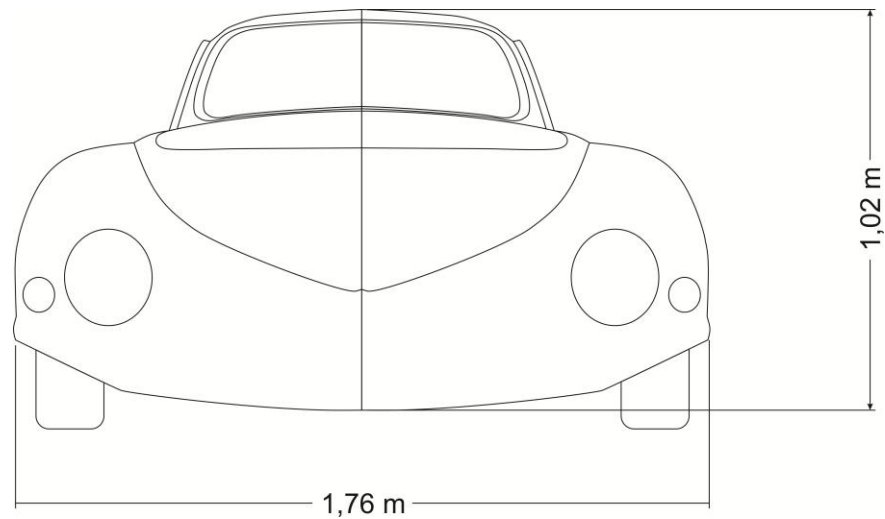


Imagen 1. Vista frontal.

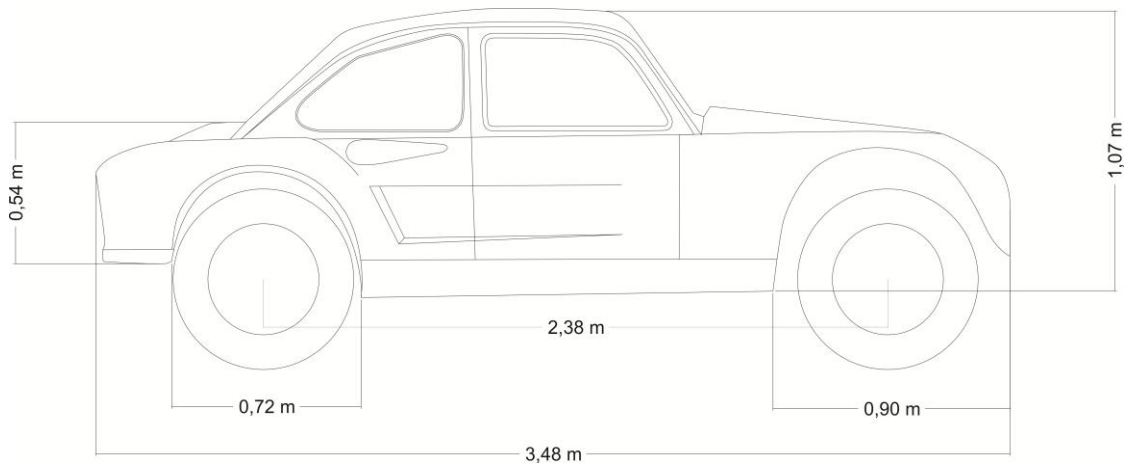


Imagen 2. Vista lateral.

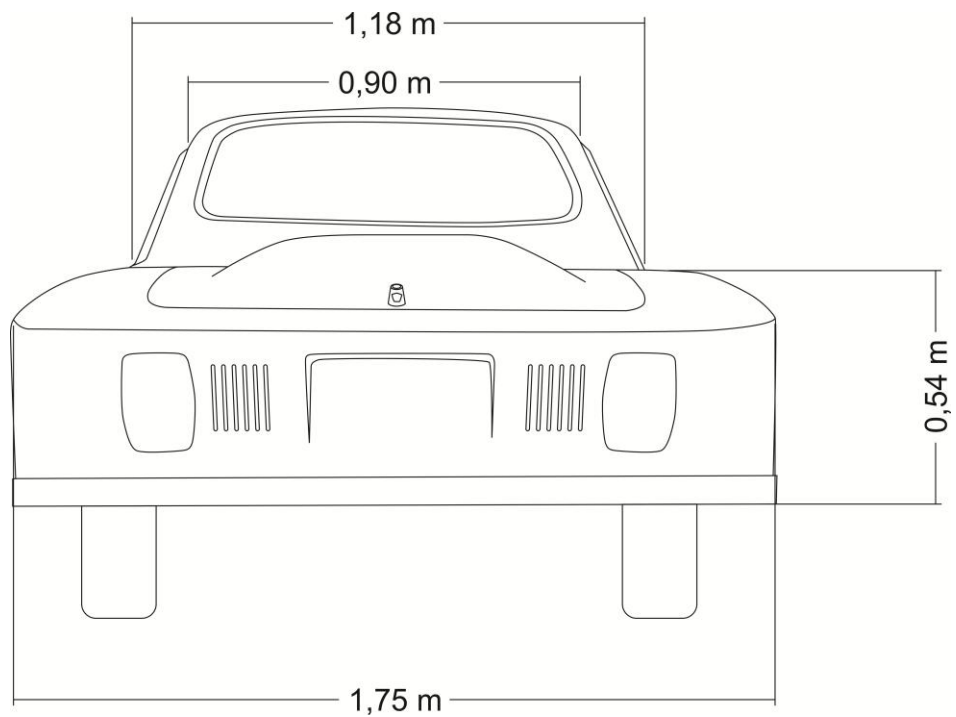


Imagen 3. Vista trasera.

Nota: Medidas más detalladas no se tomaron ya que se pretende cambiar por completo la carrocería por lo cual no se consideró necesario.

5.3. Análisis de técnicas utilizadas para la construcción del modelo actual

El modelo actual es de un vehículo Volkswagen Escarabajo 67' (Con parte del chasis trasero de un vehículo Súper escarabajo). El cual fue modificado en su estructura de chasis y de carrocería, en esta etapa se explicará y analizará cómo fue construido éste y cuáles técnicas se utilizaron.

El principal material usado para la construcción de la carrocería de este vehículo es un compuesto de fibra de vidrio con resina de poliéster, un material resistente, fácil de trabajar y liviano, lo cual representa ventajas a la hora de concebir un modelo de vehículo deportivo.

A continuación se presentará la información analizada por los integrantes del equipo de trabajo basándose en los conocimientos que se tienen sobre el tema, esto debido a que es compleja la consecución de información de primera mano sobre la construcción del vehículo debido a que la persona que lo construyó ya no está presente para brindar dicha información.

Como bien se explicó anteriormente, la carrocería fue construida con un compuesto de fibra de vidrio con resina de poliéster y se sabe por información del propietario que este vehículo puede tener ciertos refuerzos de metal en algunos lugares, en los cuáles se necesitó darle mayor resistencia.

Los parales del habitáculo fueron reforzados con un pequeño tubo de aluminio, probablemente para darle estructura y poder canalizar por su interior algún tipo de cable. También se usó metal para reforzar los estribos o túneles laterales, esto debido a la necesidad de conservar la estructura en esta sección y debido a que es la parte que directamente ensambla la carrocería con el chasis.

Además el habitáculo también se reforzó con metal, exactamente en el lugar donde se ubica la silla trasera, esto debido a que la curva que se necesita en este lugar para evitar que los pasajeros de atrás hagan contacto con el motor es geometría compleja, y se usó la curva o pieza original del escarabajo, uniéndola a la carrocería fabricada en fibra de vidrio.

En términos generales el vehículo se construyó usando técnicas de laminado manual de fibra de vidrio sin ningún tipo de molde, y posteriormente se aplicó una gruesa capa de masilla la cual fue pulida para darle acabado, posteriormente, vendría la capa de pintura base, el color y por último el barniz.

Los elementos de sujeción utilizados en el vehículo son: Bisagras, chapas, pivotes, etc., fueron sujetados al vehículo usando tuercas en la parte trasera del elemento de sujeción y sellándolas con fibra de vidrio para que no se desplazaran o giraran en el momento de hacer uso de éstas.

La carrocería fue construida en varias piezas pero fue unida en una sola, lo cual dificulta el acceso a ciertos lugares y elementos que se pueden afectar en el desensamble del vehículo.

Por último la carrocería fue unida al chasis usando tornillos de cabeza hexagonal de 12 mm.

Ver el **Ver anexo A. Estudio fotográfico**, donde se sigue paso a paso el análisis de las partes del vehículo, en un registro fotográfico

5.4. Inventario Del Korrekaminos (VW Beetle – Súper Beetle)

ITEM	CANTIDAD
Columna de dirección	1
Llanta de repuesto	1
Cabrilla	1
Alma defensa carro desconocido	1
Alma defensa VW delantero	1
Alma defensa VW trasero	1
Tanque gasolina	1
Cables, arnés, guayas, relojes.	
Conducto cables tablero	1
Carrocería	1
Chasis	1
Llantas	4
Puertas	2
Motor parabrisas	1
Tacómetro	3
Bisagra puerta	4
Luces frontales	2
Suiches	
Caja de fusibles	1
Placas	2
Radiador	1
Encendido eléctrico	1
Vidrio panorámico	1
Vidrio trasero	1
Vidrios laterales	2
Ventanas	2
Tapa maletero	1
Tapa motor	1

Tabla 1. Inventario de partes.

5.5. Análisis del estado actual de las partes del vehículo

PARTE	ESTADO
Columna de dirección	Está oxidada pero podría repararse, además faltan tornillos de sujeción y de apriete.
Llanta de repuesto	Está en buen estado, habría que inflarlo y asearlo
Cabrilla	Está en buen estado aunque ya el modelo se dejó de usar hace algunos años.
Alma defensa carro desconocido	Está golpeada y torcida, además que no se tienen los tornillos
Alma defensa VW delantero	Está golpeada y oxidada, el cromo perdió su brillo y no hay tornillería alguna que lo acompañe
Alma defensa VW trasero	Está golpeada y oxidada, el cromo perdió su brillo y no hay tornillería alguna que lo acompañe
Tanque gasolina	Está en buen estado, habría que repararlo y restaurarlo, además faltan las mangueras de conexión y habría que hacer una limpieza interna para evitar posibles daños al motor.
Cables, arnés, guayas, relojes.	En general están en un mal estado, se recomendaría cambiarlos.
Conducto cables tablero	Está bien, pero no se sabe cómo se ubica en el vehículo.
Carrocería	Para la edad que tiene está en un estado regular, igual se piensa desecharla por lo cual no se pretende mejorarla o restaurarla.
Chasis	Según el dueño del vehículo, este fue restaurado hace unos 3 años, aunque algunas partes parecen estar desgastadas y oxidadas, además los agujeros de sujeción de la carrocería están mal hechos y sobredimensionados.

Llantas	Están en estado regular al igual que los rines, se recomendaría cambiarlas ya que están desgastadas y podrían causar accidentes, además el modelo de llanta ya no es comercial.
Puertas	Están en estado regular, las chapas y las bisagras, serán cambiadas de acuerdo a las exigencias del propietario
Motor parabrisas	N.A
Tacómetro	Está averiado, al parecer no funciona
Bisagra puerta	Están pegadas a la carrocería, se mueven con dificultad, además faltan tornillos para sujetarlas.
Luces frontales	Están en estado regular, no están quebradas, pero no se sabe si funcionan.
Placas	Están en buen estado, solo habría que limpiarlas
Encendido eléctrico	Está en mal estado
Vidrio panorámico	Está quebrado, además está manchado, se pretende cambiarlo
Vidrio trasero	Sólo está manchado, más no quebrado, pero se pretende reemplazarlo
Vidrios laterales	Están en mal estado, algunos quebrados y otros inservibles ya que no hay visibilidad a través de ellos
Ventanas	En mal estado, despegadas, cero visibilidad y quebradas.
Tapa maletero	Está en buen estado, pero no cierra bien, el mecanismo es obsoleto, además es prioridad para el cliente el rediseño de esta parte
Tapa motor	No funciona el mecanismo de apertura, el sistema de cerrado es obsoleto.

Tabla 2. Estado de las partes.

5.6. Estado del arte

Se realizó un estado del arte con la intención de dar conocer dos tipos de vehículos que servirán de fuente de conocimiento para la realización de este proyecto, estos vehículos son los Volkswagen escarabajo con carrocería modificada y además kit-cars, que son vehículos disponibles en forma de kit, se compra un conjunto de partes para ensamblarlas sobre un chasis de otro vehículo existente (**Ver anexo B. Estado del arte**).

5.6.1. Conclusiones del estado del arte

- En el análisis del estado del arte se investigó a profundidad los vehículos tipo Kit-car, además de su historia y evolución hasta la actualidad.
- Los kit-car se presentaron como la forma más viable para la construcción de la nueva carrocería. Por eso, se tomará a los kit-cars como el referente de diseño.
- Para la construcción del nuevo KORREKAMINOS será necesario la construcción de un segundo chasis, que servirá de soporte para las nuevas piezas y además será el enlace con el chasis y las partes mecánicas del vehículo, convirtiendo así al nuevo KORREKAMINOS en un kit-car.

5.7. Kit-cars

Un kit-car es un automóvil que está disponible en forma de kit, lo que significa que el cliente compra un conjunto de partes para ensamblarlos en un chasis de vehículo existente. Por lo general, muchas partes mecánicas importantes como el motor y la transmisión son de uno o más vehículos donantes.

Desde que la industria automovilística empezó a desarrollar automóviles a gran escala, también se empezaron a desarrollar los Kit-cars. Así las personas tenían la posibilidad de armar su auto soñado en casa. Otro factor por el que posiblemente nació esta moda de vehículos personalizables fueron los altos impuestos que tenían los vehículos nuevos, algunos fabricantes como Lotus decidieron vender sus vehículo bajo el concepto de “armar en casa”, y de esta forma ahorrarse pagar

las altas tasas de impuestos. Con el tiempo los impuestos fueron bajando, pero ya se había creado una forma fácil y entretenida de desarrollar un auto personalizado. Alcanzaron tal popularidad, que no sólo continuaron fabricándose en casa, si no que aparecieron nuevos constructores.

Incluso varias empresas desarrolladoras de autos deportivos como lo son *Lotus*⁹ y *TVR*¹⁰ empezaron como fabricantes de Kit-cars.

No fue sino hasta la década de 1950 que la idea realmente nació. La producción de automóviles ha aumentado considerablemente. Ya con óxido y muchas piezas averiadas, antiguos vehículos fueron enviados las chatarrerías, ya que su carrocería estaba más allá de la reparación económica. Una industria creció aprovechando esos cuerpos y chasis, y la capacidad de adoptar los componentes de otros vehículos. Así estos se convertirían en nuevos vehículos, especialmente en automóviles deportivos.

Los Kit-cars son vehículos que parten desde un chasis, por eso muchos de estos han estado basados en uno de los chasis más comunes y personalizables en todos los tiempos: El chasis de VW¹¹ escarabajo. También hay chasis comunes a los cuales les hacen estructuras con diferentes clases de tuberías. El material más común para el desarrollo de un nuevo chasis es la perfilería de acero.

En el desarrollo de las carrocerías de los kit-car, se utilizan estructuras en perfilería de acero y aluminio unidas por cordones de soldadura. Posteriormente, cuando se tenía el chasis construido, se unían las partes nuevas en una estructura construida, haciendo uso de nuevos elementos de sujeción (platinas, brazos, bridas, etc.), para así definir la forma final de la carrocería.

Después de tener la estructura construida, éste servía de base para el desarrollo de la carrocería exterior. Partiendo de los puntos de apoyo de la carrocería habría que adicionarle nuevas juntas o sujeciones al chasis para hacer el ensamble de éstas de una manera más sencilla.

Por lo general, las carrocerías construidas eran en un compuesto de fibra de vidrio con resina de poliéster, aunque algunos de estos vehículos tienen partes en madera y en lámina embutida que provienen de los vehículos originales y son adquiridas como repuestos.

⁹ **LOTUS**; Casa inglesa de vehículos deportivos, pionera en el desarrollo de Kit-cars, Fuente : LOTUS (citado 14 septiembre de 2010) <<http://www.grouplotus.net/>>

¹⁰ **TVR**; Casa inglesa de vehículos deportivos, pionera en el desarrollo de kit-cars. Fuente: AUTOPASION (citado el 14 septiembre 2010) <<http://www.autopasion18.com/HISTORIA-TV.R.htm>>

¹¹ **VW (Volkswagen)**; Casa alemana de vehículos, famosa por su Volkswagen escarabajo. Fuente: AUTOPASION (citado 14 septiembre 2010) <<http://www.autopasion18.com/HISTORIA-VOLKSWAGEN.htm>>

Líneas Famosas de Kit-cars

Mientras evolucionó el estilo Kit-car, se empezaron a ver nuevas líneas de carros personalizados, a continuación se encuentran varias de las líneas más aprovechadas y evolucionadas en la historia de estos vehículos.

Súper Seven: Kit-cars basados en el (Lotus Súper Seven¹²).



Imagen 4. Súper Seven.

Buggy¹³: Muy populares en los años '70. Básicamente consiste en una carrocería de PRFV (plásticos reforzados con fibra de vidrio) de una pieza, montada sobre un bastidor de Volkswagen Escarabajo, lo que permite una fácil homologación.



Imagen 5. Buggy.

Cobra: Kit-cars réplica del AC Cobra¹⁴.



Imagen 6. Cobra.

¹² **Lotus Súper Seven;** automóvil deportivo de la casa inglesa LOTUS. Fuente: AUTOMOVILSPORT (citado 14 septiembre 2010) <<http://www.automovilsport.com/historia/lotuscatherham/nota.html>>

¹³ **Buggy:** Vehículo diseñado para andar sobre la tierra. Fuente: Word reference (citado 14 octubre 2010 <www.wordreference.com>

¹⁴ **AC Cobra;** son automóviles de la casa automotriz Ford de la línea Shelby, pero desarrollados en UK. Fuente: Coches míticos (citado 12 septiembre 2010) <<http://cochesmiticos.com/ac-cobra-historia/>>

Clásicos: kit-cars basados en vehículo tipo sport de los años '30s a '60s.



Imagen 7. Kit car tipo Clásico.

Sport: Kit-cars de vehículos más recientes, como Lamborghini, Ferrari, etc.



Imagen 8. Kit-car tipo Sport.

Trikes: Con el nombre de “Trikes” se conocen los vehículos de tres ruedas, tanto si tienen 2 ruedas delanteras y 1 trasera, como si solo tienen 1 rueda delantera y 2 traseras. La mayoría fueron basados en el motor VW Escarabajo, y se fabricaron en Alemania. También existe un modelo en forma de kit para su montaje sobre motos Honda¹⁵, o Harley & Davidson¹⁶.



Imagen 9. Kit-car tipo Trike.

¹⁵ **HONDA;** Empresa Desarrolladora y ensambladora de vehículos japonesa. Fuente : HONDA MOTORS (citado 10 septiembre 2010) <www.honda.com>

¹⁶ **Harley & Davidson;** Empresa estadounidense desarrolladora de motocicletas de alto cilindraje. Fuente: HARLEY DAVIDSON MOTORS (citado 10 septiembre 2010) <www.Harley-davidson.com>

4x4¹⁷: La moda del 4 x 4 no pasó desapercibida a los fabricantes de kit-cars, y, aunque sin ser muy numerosos, empezaron a surgir fabricantes de kit-cars que ofrecían sus productos para montar sobre bastidores de todoterrenos americanos (tipo Ford Bronco, Chevrolet Blazer, etc.); o europeos (Range Rover, Suzuki SJ). También existen los kit-cars 4x4 que se ensamblan sobre el bastidor de VW, aunque estos con aptitudes todo terreno limitadas.



Imagen 10. Kit-car tipo 4x4.

Actualmente es posible encontrar métodos de fabricación y de ensamble de kit-cars ensamblados sobre chasis de VW escarabajo, un ejemplo de estos es el vehículo llamado Sterling, desarrollado por Sterling Motorsports®, el cual es un vehículo deportivo ensamblado sobre este chasis (**Ver anexo C. Métodos de fabricación y ensamble de un kit-car**)

¹⁷ **4X4**: Sistema de tracción en un automóvil en el que todas las ruedas pueden recibir simultáneamente la potencia del motor. Fuente: Fullertone Roger. "the difference between 4X4 and 4X2 vehicles", Helium (citado 14 Octubre 2010) <www.Helium.com>

5.8. Brief Korrekaminos – Volkswagen

<p>Nombre del cliente: Juan Esteban Schuth. Fecha: Agosto, 2010</p> <p>Desarrolladores del Proyecto: Camilo González. Esteban Jaramillo. Juan Esteban Rangel.</p>
<p>Descripción del proyecto: Rediseño y construcción de la carrocería de un vehículo deportivo, utilizando técnicas de ingeniería inversa y desarrollo de productos</p>
<p>¿Objetivo general del proyecto? Desarrollar, a partir de un chasis de un Volkswagen existente y mediante de la aplicación de la ingeniería inversa, la carrocería de un vehículo deportivo.</p>
<p>¿Cuál es el procedimiento a seguir? Se sugiere la metodología utilizada en el departamento de ingeniería de diseño de productos de la universidad EAFIT, basada en la metodología de Ullrich y Eppinger. Además de técnicas de ingeniería inversa y rediseño de productos.</p>
<p>¿Qué consideraciones se deben tener para el diseño de la carrocería? Uso de ingeniería inversa para la digitalización del chasis Uso de técnicas de rediseño de productos. PDS (Ver página 29)</p>
<p>Dead-Line 29 de Abril de 2011</p>
<p>Entregables: Carrocería Trabajo escrito de proyecto de grado, con anexos y archivos soporte.</p>

Aprobado por:

Juan Esteban Schuth.

Luis Fernando Sierra.

5.8.1. PDS

El PDS (Especificaciones de diseño de producto) es una herramienta que facilita la interpretación de las necesidades del cliente, ponderando la importancia que tiene para el cliente cada necesidad, y donde además se le asigna una unidad de medida a cada necesidad para poder ser medido y tener límites. Al final se clasifica en demanda o deseo, dependiendo si es una necesidad por una norma o el gusto del cliente.

NECESIDAD	INTERPRETACIÓN	IMPORTAN CIA	MÉTRICA	VALO R	D/ d
Que puedan ir dos personas	El vehículo deberá conservar el habitáculo accesible para la ubicación de dos personas	4	Número de personas que pueden ir en el vehículo	>2	D
No debe ser descapotable	El vehículo deberá tener un techo rígido	3	Rigidez del material de la carrocería		D
Las defensas deben ser de fácil consecución en el mercado en caso de un catastro.	El vehículo tendrá defensas estándar (Delantera y trasera)	5	Cantidad de bumper estándar	2	d
Luces deben ser de fácil consecución en el mercado en caso de un catastro.	El vehículo tendrá farolas delanteras y stop traseros estándar	5	Cantidad de luces	>4	d
Que la carrocería no sea de color amarillo	El vehículo será de un color de acuerdo con la conformidad del cliente	3	Conformidad del cliente (Siendo 5 la mayor y 1 el menor.)	1 a 5	d
Que no se cambie el chasis	El chasis será el original del vehículo	5	Cambios formales permisibles en el chasis original	0	D
Que el ancho de vehículo no sea mayor a la distancia exterior entre las ruedas	El ancho máximo del vehículo será igual al original	4	cm	<170	d
Que se pueda tener fácil acceso al motor	El compartimiento trasero del vehículo deberá ser de fácil acceso.	4	cm ³	>1M	D
Que los rines sean iguales	Los rines serán los originales del vehículo	3	pulgadas	15	d
Que el motor tenga refrigeración por aire	El vehículo tendrá ductos de ventilación al motor	3	Cantidad de ductos de ventilación	>2	D
Que no le puedan meter basuras al carro por el ducto de ventilación	Los ductos de ventilación deberán tener protección para evitar que entren objetos indeseados	3	Cantidad de elementos de protección del ducto	>2	d
Que los vidrios sean de fácil consecución en el mercado.	El vehículo tendrá vidrios estandar	4	cantidad de vidrios estandar.	minimo 2	d
Importancia de 1 a 5 , siendo 5 la mayor importancia y 1 la menor.					
Convenciones:					
D: Demanda					
d: Deseo					

Tabla 3. Especificaciones de diseño de producto (PDS)

5.9. Análisis de geometrías del vehículo

Como se podrá ver en las ilustraciones 1, 2 y 3. Las formas generales que se usaron a la hora de diseñar la carrocería varían, a continuación se explicaran cada una de éstas ilustraciones y su geometrización.

5.9.1. Análisis Lateral

El diseño parte de un rectángulo base que soporta los componentes superiores como el techo y los compartimientos del motor y el habitáculo. Los guardabarros y espacios de las llantas se componen básicamente de círculos, siendo el delantero más grande que el trasero, esto es debido a que las llantas delanteras llevan el mecanismo de la dirección del vehículo.

La parte superior se compone de dos trapezoides, uno de estos el delantero, que es redondeado para dar forma a la parte delantera del vehículo. Sobre estos reposan dos figuras geométricas básicas, un cuadrado y un triángulo rectángulo, estos conforman la parte del habitáculo del vehículo. Complementadas con formas circulares y rectas forman elementos decorativos del habitáculo del vehículo.

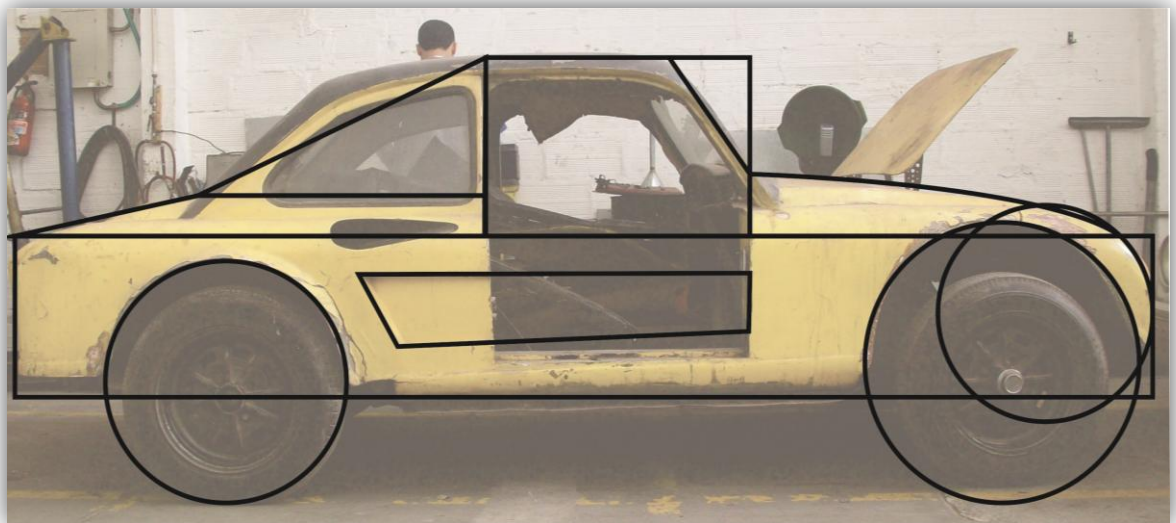


Ilustración 1. Análisis lateral de geometrías del vehículo.

5.9.2. Análisis frontal

El cuerpo principal es formado por una elipse que conforma el compartimiento del tanque y el almacenamiento de la llanta de repuesto, así como las cavidades para las farolas frontales las cuales son dos circunferencias, al igual que las direccionales (Ver ilustración 2).

La línea original del capó del VW escarabajo se ve formado básicamente por un triángulo invertido que se redondeó, siguiendo la línea del VW escarabajo original.

El techo y el habitáculo lo conforman un trapezoide y una elipse, los cuales complementan la forma cuadrada del habitáculo y a la vez dan la línea de partida para el compartimiento frontal.

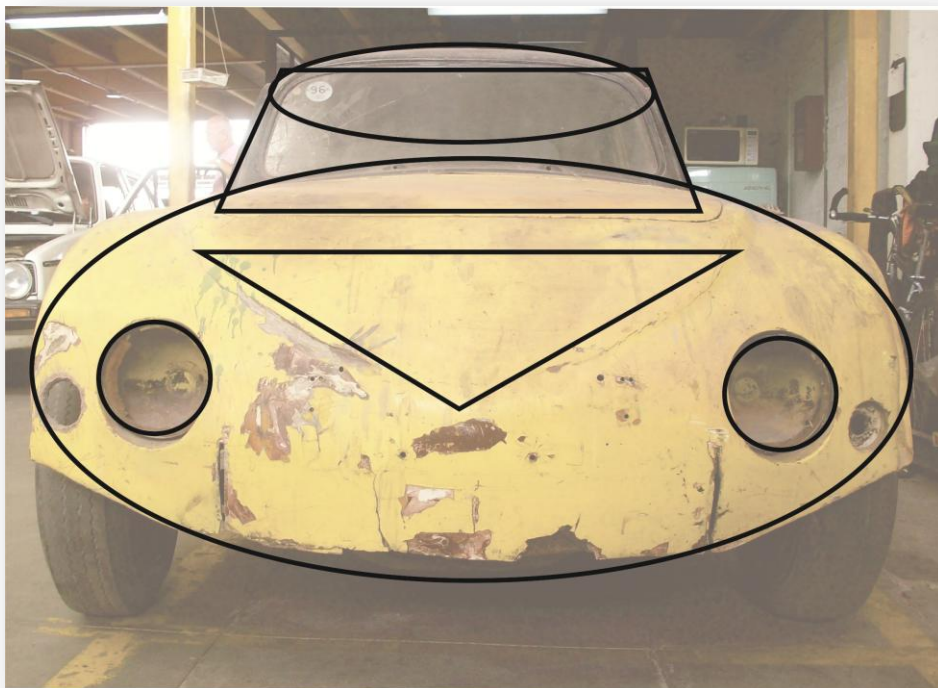


Ilustración 2. Análisis frontal de geometrías del vehículo.

5.10. Análisis de la forma del vehículo

Las formas que componen el vehículo, en cuanto a tendencias de diseño, son muy básicas y no contienen formas orgánicas. Esto es justificable, porque el vehículo se desarrolló hace unos 30 años aproximadamente, y para esa época fue un vehículo innovador, deportivo, que llamaba la atención. Su línea atrevida y características de forma y función únicas hicieron un vehículo especial.

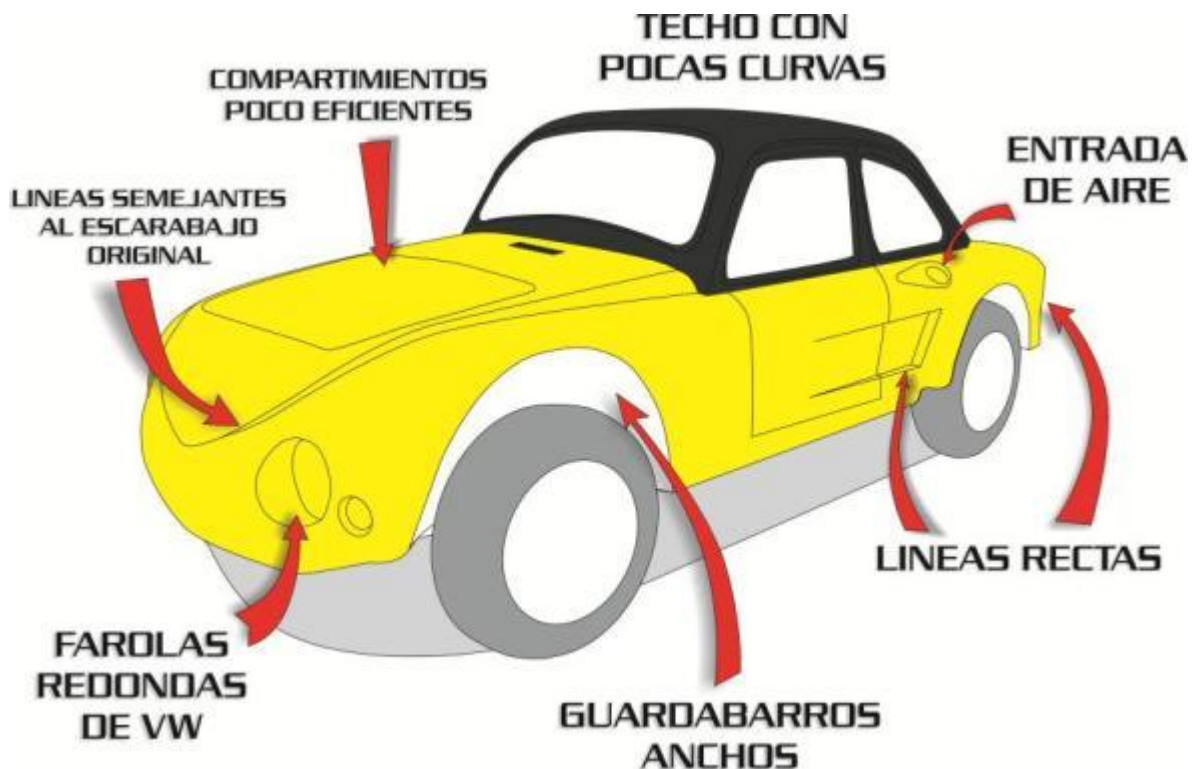


Ilustración 3. Análisis de formas del vehículo.

5.11. Boards / Collages

Los boards son collages¹⁸ realizados para investigar las tendencias de diseño y de lenguaje de producto, aplicados a los vehículos deportivos que actualmente se producen, además se presentan collages de vehículos con lenguaje o diseño tipo coupé¹⁹. Esto se debe a la nueva configuración del vehículo y de la carrocería, que por gustos y demandas del cliente, y por la disposición de las partes del vehículo será el lenguaje a usar en el nuevo diseño.

Ferrari©



Boards 1. Tendencia de diseño Ferrari©.

¹⁸ **Collage**; Técnica pictórica consistente en pegar sobre el lienzo o tabla materiales diversos. Fuente: RAE (citado 02 octubre 2010 <www.RAE.es>

¹⁹ **Vehículos tipo coupé**; coche de dos asientos. Fuente: RAE (citado 02 octubre 2010) <www.RAE.es>

Lamborghini©



Boards 2. Tendencia de diseño Lamborghini©.

Porsche©



Boards 3. Tendencia de diseño Porsche©.

Vista en ¾ de vehículos tipo coupé



COUPÉ CARS

Boards 4. Vehículos tipo coupé en vista ¾.

Vista lateral de vehículos tipo coupé



Boards 5. Vehículos tipo coupé en vista lateral.



Boards 6. Vehículos tipo coupé en vista ¾ trasera.

Vista frontal vehículos tipo coupé.



Boards 7. Vehículos coupé en vista frontal.

5.11.1. Conclusiones sobre los boards

Se apreciaron las tendencias de diseño de marcas de vehículos deportivos, en estos se pudieron identificar ciertos rasgos que marcan este tipo de vehículos y los caracterizan dentro de su segmento.

Líneas fluidas y continuas definen el contorno del vehículo, así como los techos bajos, estas características son fundamentales a la hora de caracterizar un vehículo deportivo.

Las llantas y rines de gran tamaño; iguales o superiores a 18" son un punto común entre estos vehículos. Entradas de aire pronunciadas en el frente y entradas de aire formadas por depresiones en los costados del vehículo terminan de definir su línea, estas características técnicas son comunes en estos vehículos debido a la disposición trasera de sus potentes motores los cuales requieren refrigeración, que proviene del aire ambiente.

Por otra parte, en los vehículos coupé se puede definir una línea estilizada, continua y fluida a través de todo el vehículo, esta línea recorre todo el vehículo desde sus luces traseras hasta las delanteras dando base a las ventanas laterales del vehículo y convirtiendo su vértice delantero en el punto de fijación de los espejos retrovisores. Los techos agresivos con inclinaciones cercanas a los 60°, demarcan su poco espacio en la parte trasera, ya que prácticamente se suprimieron los asientos traseros.

Algunos dan gran importancia a su baúl trasero debido a que pueden ser descapotables y requieren de espacio para guardar los techos en estos compartimientos, lo que les da una línea más deportiva.

Las anteriores características definen los vehículos coupé y son punto de partida para establecer un diseño de este tipo de vehículos.

5.12. Mapa perceptual

Esta herramienta fue utilizada para definir la línea del vehículo, y en su conformación el cliente señaló aspectos que resultaron vitales para la conceptualización y diseño del vehículo final. (**Ver anexo D. Mapa perceptual**).

5.12.1. Conclusiones mapa perceptual

Se sostuvo una reunión con Juan Esteban Schuth, con la intención de enseñarle el mapa perceptual. Para el cumplimiento de esta tarea se tuvieron en cuenta varios aspectos: Tener un espacio donde él pudiera ver todo el mapa completo, donde se pudiera apreciar de manera clara cada vehículo. Que la iluminación del lugar fuera óptima para el posible análisis de detalle sobre cada imagen.

Luego de un tiempo en el cual el cliente estuvo observando y detallando el mapa, con un marcador resaltó cada aspecto que le gustó o le interesó. Estos aspectos fueron:

- En general el vehículo que más le llamó la atención fue el Audi© TT (Ver imagen 11), Por su diseño robusto.



Imagen 11. Audi© TT.

- Las entradas de aire de los automóviles deportivos de gama alta, tipo Lamborghini© (ver imagen 12).



Imagen 12. Lamborghini© Murciélago.

- El aro que demarca el espacio de las llantas, tipo Nissan© Z (ver imagen 13).



Imagen 13. Nissan© 370 Z.

- La línea del compartimiento trasero marcada de Peugeot cc. (ver imagen 14).



Imagen 14. Peugeot© 307 CC.

- Las ventanas traseras de Renault Laguna y Honda Civic (ver imagen 15 y 16).



Imagen 15. Renault© Laguna Concept.



Imagen 16. Honda© Civic Si.

Después de ser escogidas las líneas en el mapa perceptual, por parte del cliente, se hizo un ejercicio en el parqueadero de la Universidad EAFIT con la intención de ver componentes en vehículos comerciales que pudieran ser útiles en el diseño y la construcción del vehículo, además se hizo debido a la intención del cliente de tener piezas estándar en el diseño final. El enfoque general de la búsqueda estuvo en vidrios panorámicos, vidrios traseros y vidrios de puertas traseras. Los resultados obtenidos fueron:

- Interés general por el vidrio panorámico del Mazda© 2, además de las ventanas y puertas del mismo vehículo (Ver imagen 17).
- Vidrio trasero de Mazda© 3 versión sedán (Ver imagen18).



Imagen 17. Mazda© 2.



Imagen 18. Mazda© 3.

5.13. Selección del lenguaje de diseño para el vehículo

Partiendo del análisis de vehículos realizado en el mapa perceptual y en el ejercicio de observación de partes estándar disponibles en el mercado, que se podrían utilizar en el vehículo. Además teniendo en cuenta los requerimientos por parte del cliente, se tiene muy claro que el diseño deberá tener una cola que genere un espacio de trabajo en la parte trasera amplio para facilitar el acceso al motor y otros componentes mecánicos, el tipo de línea adecuado para esta parte trasera es tipo Mazda© 3 o Peugeot© 308 cc.

Se presenta la oportunidad, por parte del cliente, de usar las puertas y vidrios laterales delanteros de un vehículo Mazda© 2. La línea lateral del vehículo, será dinámica y agresiva, marcada por las líneas básicas del Mazda© 2. De éstas se tomará la línea para la entrada de aire lateral que será basada en la línea de los Lamborghini©, en diagonal y de poca profundidad.

La parte frontal no variará mucho con respecto al modelo GOL de VW© 2005, modelo del cual se utilizarán partes estándar como son la defensa delantera, trasera, la parrilla y las luces delanteras y stop traseros.

Todo esto con la intención de cumplir los deseos del cliente de usar partes estándar en caso de una colisión.

5.14. Generación de Ideas

Cuando se inició el proyecto se dibujaron algunas ideas, éstas fueron sin conocimiento alguno de lo que el cliente deseaba, solamente un primer acercamiento y sensibilidad al dibujo. Después de la selección de las partes estándar por parte del cliente, se realizó un ejercicio llamado “lluvia de ideas”²⁰. De donde se obtuvieron múltiples diseños (alrededor de 30 diseños), luego se hizo un filtro de ideas basado en las siluetas y los gustos de los dibujantes, así se escogieron formas y se dibujaron seis diseños más, que por retroalimentación del cliente fueron reducidos a tres diseño, este proceso es posible de ver a continuación en el numeral 5.14.2. **(Ver anexo E. Primeras propuestas de diseño)**

5.14.1. Primera evaluación de ideas por parte del cliente

Después de esta primera etapa de generación de ideas se sometieron a una evaluación por parte del cliente y por parte del asesor, el siguiente es el correo del cliente con respecto a las primeras ideas.

Correo recibido el día 09 de octubre de 2010.

“Hola muchachos,

Analizando los dibujos tengo los siguientes comentarios:

- los frontales tres y cuatro me gustan, pero hay que pulir el capó en cuanto a la inclinación (me parece que hay que inclinarla un poco más en el número 3) mientras que el 4 hay que aplanar más la tapa (está muy inflada).*
- Tienen que ir pensando en detalles constructivos y de ensamble. Por ejemplo, los stop del GOL son para montaje desde el exterior, y están diseñados para que queden parcialmente descubiertos al abrir la tapa trasera. Por lo tanto habrá que considerar ese mismo detalle.*
- En forma similar hay que permitir el montaje y desmontaje de las luces delanteras al abrir el capó delantero. En este caso hay que tener en cuenta que el espacio libre que necesitan las ruedas delanteras para girar no puede ser interferido. Es decir, hay que verificar si la farola luego de instalada no invade dicho espacio.*
- Estaba pensando en la posibilidad de instalar un tablero del mismo modelo que el vidrio panorámico (ese no hace parte del su trabajo, pero si quiero saber si hay espacio suficiente para el conductor). Necesitamos estimar el espacio para ello.*

²⁰ **Lluvia de ideas (Brainstorming):** Es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas. Fuente: Alex Faickney Osborn

- Lentamente tenemos que ir pensando en los paralelos delanteros, que es donde van las bisagras de las puertas. Es un elemento estructural importantísimo y define además distancias ergonómicas importantes. Juan Esteban Schuth.”

Partiendo de esta evaluación por parte del cliente, se rediseñaron las ideas anteriores y se generaron nuevas ideas, más enfocadas a las necesidades del cliente y al objetivo buscado en el proyecto.

5.14.2. Rediseño de ideas



Imagen 19. Proceso de rediseño de ideas.

5.14.3. Evaluación del rediseño de ideas

La evaluación del rediseño de las ideas fue realizada por el equipo de trabajo junto con el propietario y cliente del vehículo. Después de esta retroalimentación, se sacaron conclusiones que dieron partida a una nueva generación de ideas. A continuación se muestra el correo con la evaluación de propuestas por parte del cliente.

“Hola Muchachos,

Definitivamente vamos por buen camino. A continuación unos comentarios.

1. Teniendo en cuenta el tipo de capó trasero, es factible que tengamos que recortar el vidrio lateral trasero (sin embargo esto depende finalmente de las dimensiones que no hemos definido aún).

2. Al dibujar la tapa del capó delantero (viéndolo de lado) hay que evitar que se vea muy “abombado”.

3. Me gustan las ideas 1 y 4. En el modelo #1 se podría levantar un poco más la cola. En la #4 la parte trasera incluido el bumper están muy bajitos. Subirlo un poco más para que no roce con un resalto. SALUDOS”.

5.14.4. Segundo rediseño de ideas

Partiendo de las correcciones planteadas por el asesor y el cliente, se hizo una nueva sesión de generación de ideas, de la cual los resultados fueron los siguientes:



Imagen 20. Segundo rediseño vista lateral.



Imagen 21. Segundo rediseño vista $\frac{3}{4}$ frontal.



Imagen 22. Segundo rediseño vista $\frac{3}{4}$ Trasera.

6. ETAPA 2: DESARROLLO

6.1. Diseño final KORREKAMINOS

Se retroalimentó el proceso de generación de ideas y de evaluación de propuestas de diseño por última vez. Así se concluyó la etapa 1, con un diseño que satisface el deseo y las necesidades del usuario, ya que se aprobó el diseño final. En el cuál, se incluyeron las partes estándar deseadas por el usuario, que además ya fueron adquiridas.



Imagen 23. Render diseño final.

6.1.1. Acotación del diseño final

A continuación se mostrarán las medidas generales del vehículo.

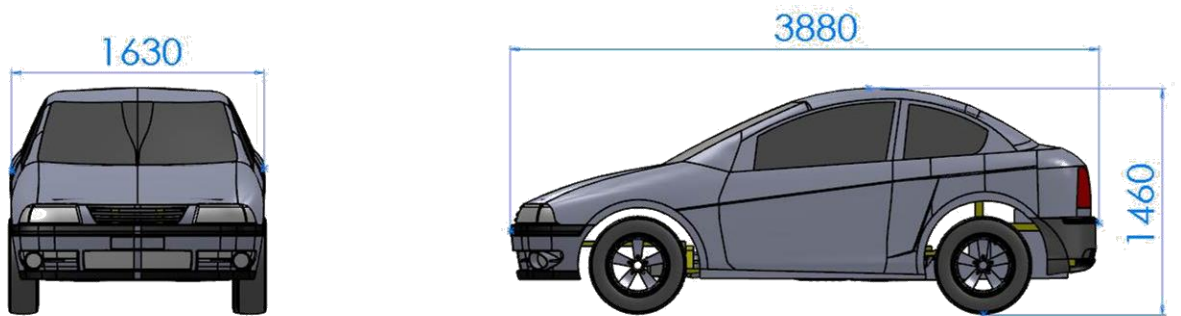


Imagen 24. Diseño final acotado

6.1.2. Package Drawing

El Package drawing es una herramienta usada en el diseño automotriz, que sirve para desarrollar la arquitectura del vehículo o ubicar los componentes del vehículo tales como las llantas, el tanque de gasolina y las sillas en el diseño. Además se utiliza para relacionar al vehículo y al usuario, en donde se utiliza el percentil 5 del hombre más alto del mundo que es el hombre danés y el percentil 5 de la mujer de menor estatura en el mundo que es la mujer china. Los usuarios se muestran erguidos al lado del vehículo y también se muestra sentado en el vehículo.

El promedio de estatura colombiano está ubicado entre el hombre danés y la mujer china, por ende, el usuario colombiano podrá hacer uso de este vehículo. Así se garantiza que el vehículo brindará espacios cómodos para el propietario del vehículo.

Posteriormente, se definen los ángulos posibles de visión (frontal, superior y toda su periferia) desde el asiento del conductor y el copiloto, son los que pueden ver, zona de alcance de la mujer y del hombre, apertura de las puertas, medidas generales, medidas entre ejes, medidas entre llantas, la medida del H-point²¹, etc.

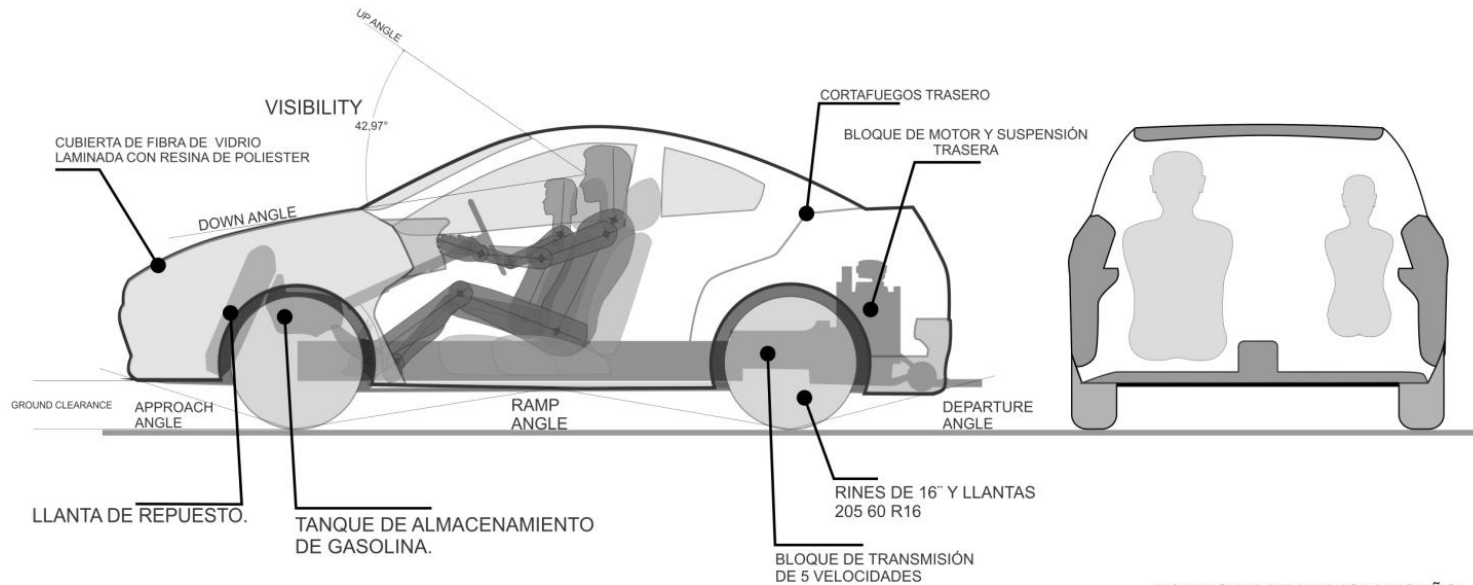
A continuación, mediante ilustraciones, se mostrará el Package drawing que se realizó para el KORREKAMINOS, con sus respectivas convenciones y medidas.

²¹ **H-Point** (Hip-Point): Es una figura usada en el diseño, especialmente en el diseño automotriz, que teóricamente es la ubicación relativa de las caderas de los ocupantes del habitáculo. Específicamente el punto de pivote entre el torso y la parte superior de la pierna, ambas relacionadas con el suelo del vehículo o a la altura sobre el pavimento. Define un asiento cómodo, la visibilidad del vehículo hacia afuera. Fuente: Mitsubishi (citado 16 noviembre 2010) <<http://en.wikipedia.org/wiki/H-point> >

CONCEPT LOGIC PACKAGE DRAWING

PROYECTO DE GRADO DEL REDISEÑO DE LA CARROCERÍA DE UN VEHICULO USANDO
TECNICAS DE INGENIERIA INVERSA Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

KORRE KAMINOS



EQUIPO DE TRABAJO Y DISEÑO:

Juan Esteban Rangel
Esteban Jaramillo
Camilo González

MEDIDAS EXTERIORES	ESPECIFICACIONES OBJETIVO	OBJETIVOS FUNCIONALES
LARGO	COSTO	El vehículo deberá ser para 2 pasajeros únicamente, el techo debe ser rígido reforzado con elementos estructurales de metal que brinden rigidez a la estructura. el material principal debe ser la fibra de vidrio reforzada con resina de poliéster. el chasis que debe utilizar el vehículo es un chasis de VW escarabajo modificado, proveído por el cliente, además el color del vehículo debe seleccionarse de acuerdo al gusto del cliente. El nombre del vehículo seguirá siendo "CORRECAMINOS".
ANCHO	VELOCIDAD	
ALTO	ACELERACIÓN	
DISTANCIA ENTRE EJES	PESO	
TRACK DELANTERO	ECONOMÍA DE COMBUSTIBLE	
TRACK TRASERO	VOLUMEN DE VENTA	
3880	\$	
2000	160 Km/H	
1380	0 A 100 EN 15 SEG	
2238	1800 KGS	
1500	29 EN CIUDAD - 34 EN CARRETERA	
1500	1 UNIDAD	

Ilustración 4. Introducción al Package drawing.

- Hombre Danés 1,90 M
- Mujer China 1,45 M
- Asiento de Renault® Twingo®
- Bloque de motor y suspensión trasera
- Columna de dirección y volante
- Tanque de Gasolina
- Llanta De repuesto
- Tunnel central

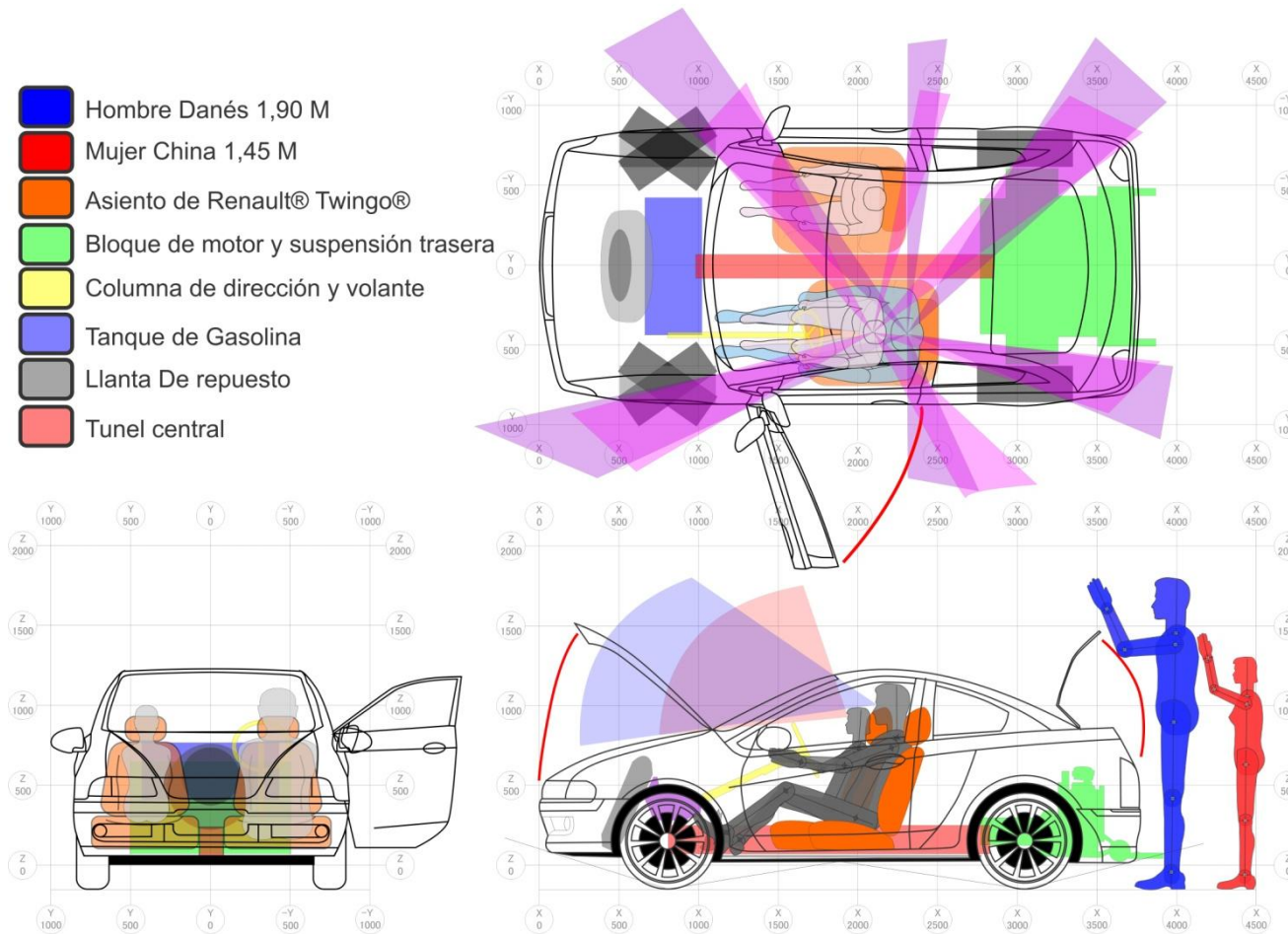
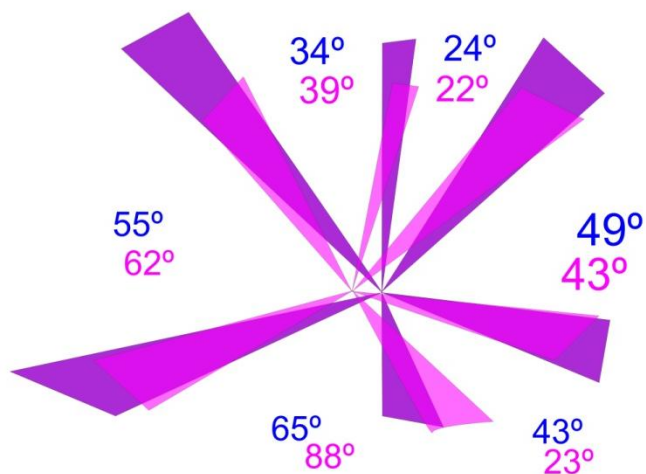
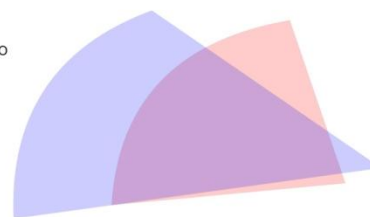


Ilustración 5. Vistas principales del vehículo, arquitectura, hombre danés y mujer china.



HOMBRE 270°
MUJER 270°

■ ZONA DE ALCANCE HOMBRE
■ ZONA DE ALCANCE MUJER
■ APERTURA DE PUERTA O VIDRIO



	HOMBRE	MUJER
ÁNGULO DE VISIÓN SUPERIOR	34,46°	71,18°
ÁNGULO DE VISIÓN INFERIOR	7,85°	5,36°

MEDICIONES ADICIONALES

OVERHANG FRONTAL	8 0 0	ÁNGULO DE LLANTAS DE BLOQUEO A BLOQUEO	60°
OVERHANG TRASERO	7 2 0	RADIO DE GIRO	10 Mts
TRACK FRONTAL	1500	DIÁMETRO DEL VOLANTE	370
TRACK TRASERO	1500	AJUSTE DEL VOLANTE	
ALTURA DE ESTRIBO	230		
H-POINT A LA RODILLA	70-170		
H-POINT AL PISO	450-500		
ALTURA AL PISO DEL MALETERO	515		
DISTANCIA EFECTIVA A LA CABEZA	1000		
DISTANCIA MÁXIMA EFECTIVA DE LAS PIERNAS	1000		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LARGO	3880	ÁNGULO DE ACERCAMIENTO	18°	ÁNGULO DEL PANORÁMICO	26°
ANCHO	2000	ÁNGULO DE SALIDA	15°	ERGÓNONOMOS USADOS	
ALTO	1380	ÁNGULO DE RAMPA	10°	97,5%le hombre danés	
WHEELBASE	2238	SEPARACIÓN DEL PISO	1850	2,5%le mujer china	

*Todas las unidades en Milímetros

Ilustración 6. Ángulos de visión, especificaciones técnicas, medidas adicionales y H-point.

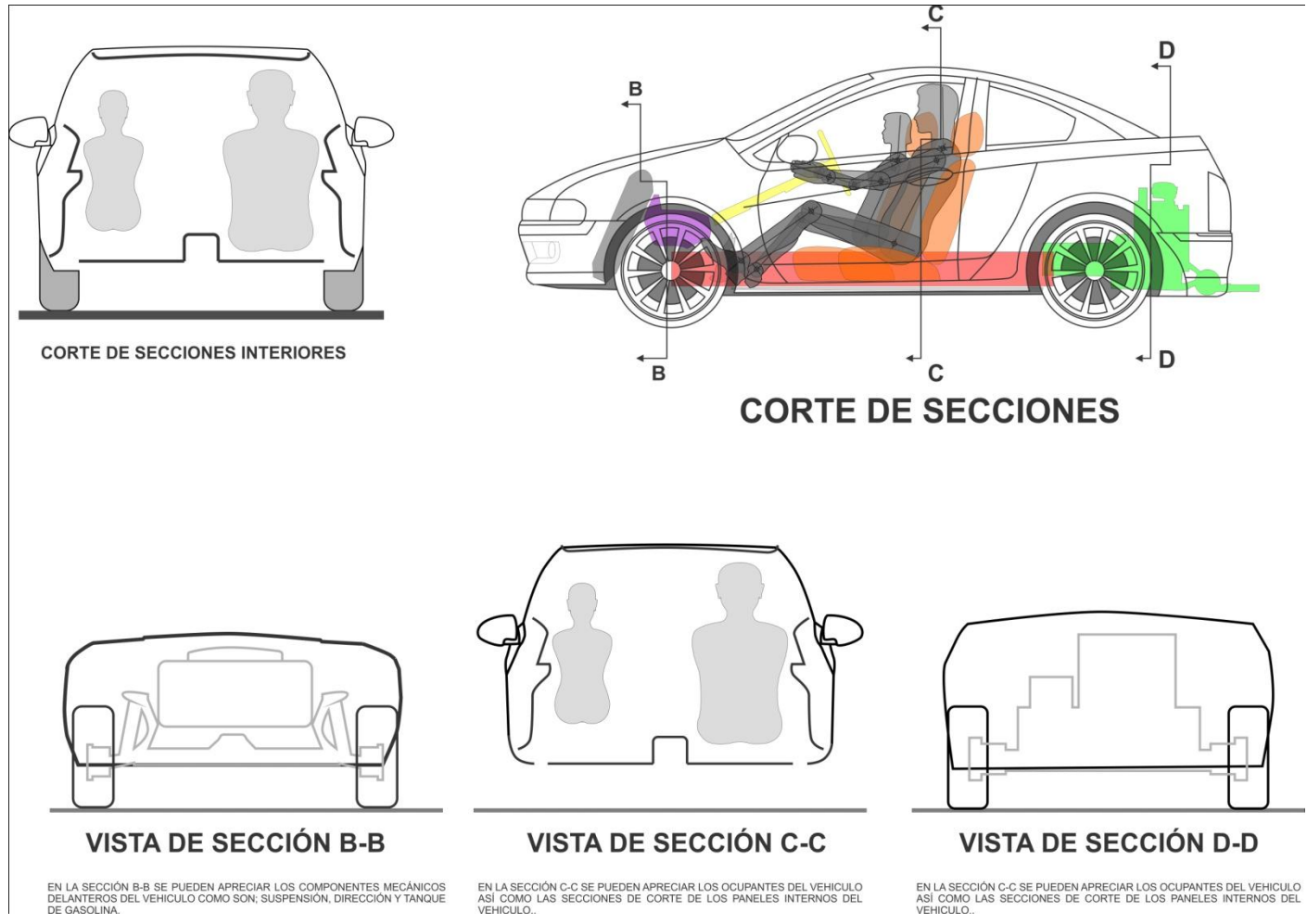


Ilustración 7. Corte de secciones Korrekaminos

6.2. Ingeniería inversa

Es un proceso donde se puede establecer y tener el conocimiento de cómo fue hecho o de qué forma funciona un producto (dispositivo mecánico, electrónico, software de ordenador, etc.). Con el fin de diseñar, rediseñar o imitar otro producto partiendo de éste. Este proceso es empleado en áreas de diseño, y también otras áreas como: la medicina, la arquitectura, el cine y la educación.

Uno de los métodos de ingeniería inversa es la digitalización, éste se puede lograr con máquinas digitalizadoras como las producidas por la empresa CREAFORM²², ellos ofrecen un amplio catálogo con diferentes digitalizadores laser. En este proceso se utilizará un REVSCAN²³ para toda la digitalización del chasis original del vehículo KORREKAMINOS.

El inicio del proceso de diseño tridimensional se basará en la ingeniería inversa, que fue el primer paso para la digitalización del diseño, iniciando desde el chasis original del vehículo, siguiendo con las partes estándar. A continuación se explicarán los métodos de ingeniería inversa que se utilizaron para las diferentes partes del vehículo.

6.2.1. Protocolo de digitalización

El protocolo que se utilizó para el escaneo del chasis inferior del carro fue el siguiente:

- Se preparó el chasis, se pintó con base gris en su mitad izquierda (la única parte que fue digitalizada), el color gris permite que la luz en la superficie no se refleje, haciendo así que el escaneo sea más exacto.
- Luego, se ubicaron los targets²⁴ sobre el área pintada, con una distancia entre sí de dos a diez centímetros, para garantizar que el porcentaje de error de la máquina digitalizadora no sea aumentado
- Se ubicó el chasis en cuarto oscuro para minimizar el porcentaje de error en el escaneo y por ende, que las dimensiones del chasis no se vean afectadas. De

²² **Creaform:** Compañía tecnológica de soluciones digitales 3D (digitalización 3D, ingeniería inversa, inspección, creación de estilo, diseño, análisis, fabricación digital y aplicaciones en medicina.

²³ **Revscan:** Digitalizador portátil con auto-posicionamiento 3D de objetos existentes, el cual permite la recopilación de formas complejas, el archivado de mediciones, la evaluación de daños, la creación de modelos digitales, simulaciones, el diseño de embalajes y la generación rápida de prototipos.

²⁴ **Targets:** Puntos reflectivos que hacen que los rayos lanzados por el digitalizador, sean devueltos a éste para obtener la información con las coordenadas, que a su vez van creando una nube de puntos y una malla en el software. Fuente: Elaboración propia

esta forma se asegura que el escaneo se realizará en condiciones óptimas y las tolerancias del escáner se mantendrán.

- Luego, se conectó el REVSCAN a un computador portátil y se hicieron tres escaneos sectorizados (uno en la parte posterior, otro en la mitad y otro en la frontal) y uno completo sobre toda la mitad del chasis.

También para este proyecto se utilizaron otros procesos de ingeniería inversa, no tan precisas como la digitalización por escáner, pero que a su vez sirvieron de base para referenciar el modelo virtual de la carrocería del vehículo KORREKAMINOS. Por eso esta técnica, sólo se utilizó posteriormente con los componentes estándar, que se requerían para hacer la modelación tridimensional de la carrocería. Los componentes que se digitalizaron por medio de esta técnica son: Las defensas, las luces y los stop de Volkswagen GOL (Modelo: 2005), puertas y parabrisas de Mazda 2 (Coupé) y el vidrio trasero de Mazda 3 (Sedán).

Estas modelaciones tridimensionales se realizaron partiendo de fotografías y medidas generales de los componentes. Para ver la documentación fotográfica de los procesos de ingeniería inversa ver el Anexo H. Para este segundo proceso de ingeniería inversa se utilizó el software CAD SOLIDWORKS²⁵, en éste se proyectaron por plano cada una de las tres vistas: frontal, superior y lateral, de las fotografía previamente tomadas, luego éstas se escalaron teniendo en cuenta la medida nominal de la pieza que se modeló.

A continuación se muestra como se modeló la defensa trasera con este proceso.

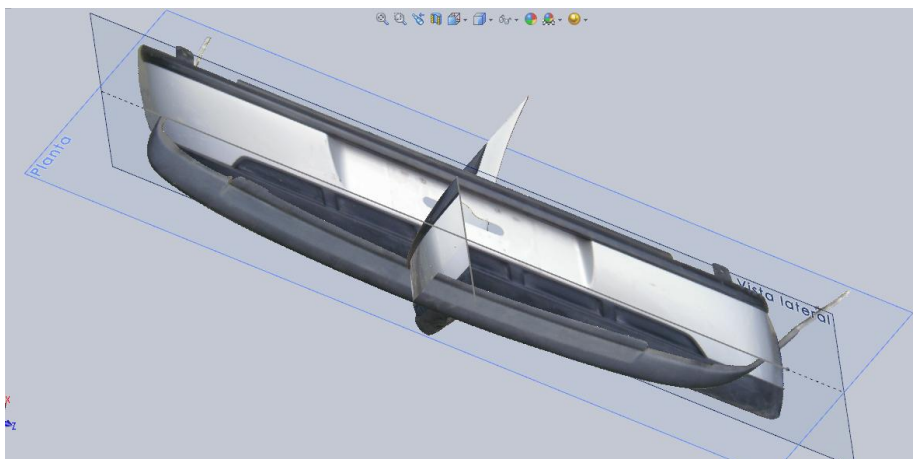


Imagen 25. Modelación 3D, defensa trasera y ubicación de las tres vistas

²⁵ SOLIDWORK: Software de modelado en 3D y de diseño de productos de diseño asistido por computador (CAD). <<http://www.solidworks.es/.../3d-software-solid-modeling.htm>>

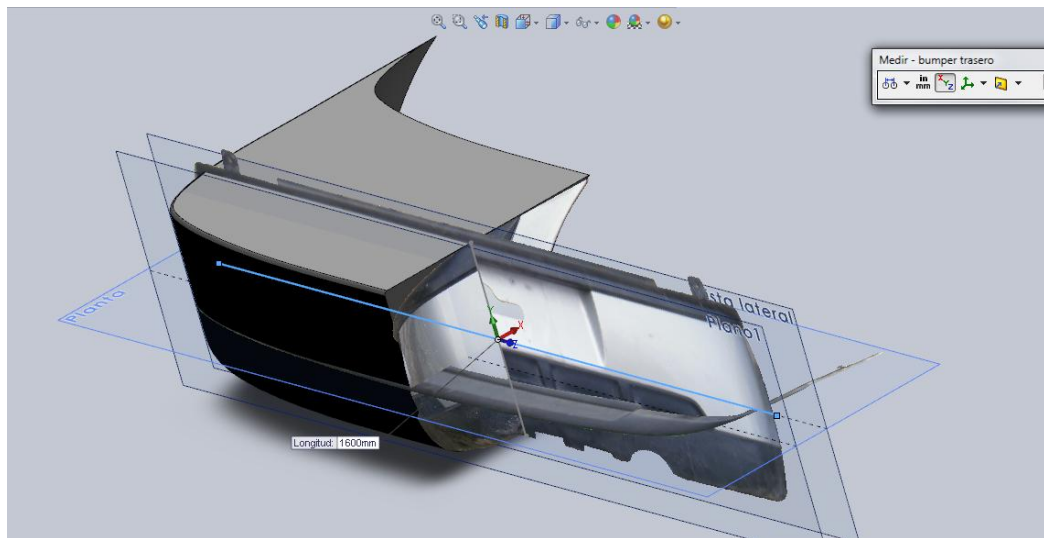


Imagen 26. Medida nominal de la defensa trasera y geometrías proyectada desde las fotografías.

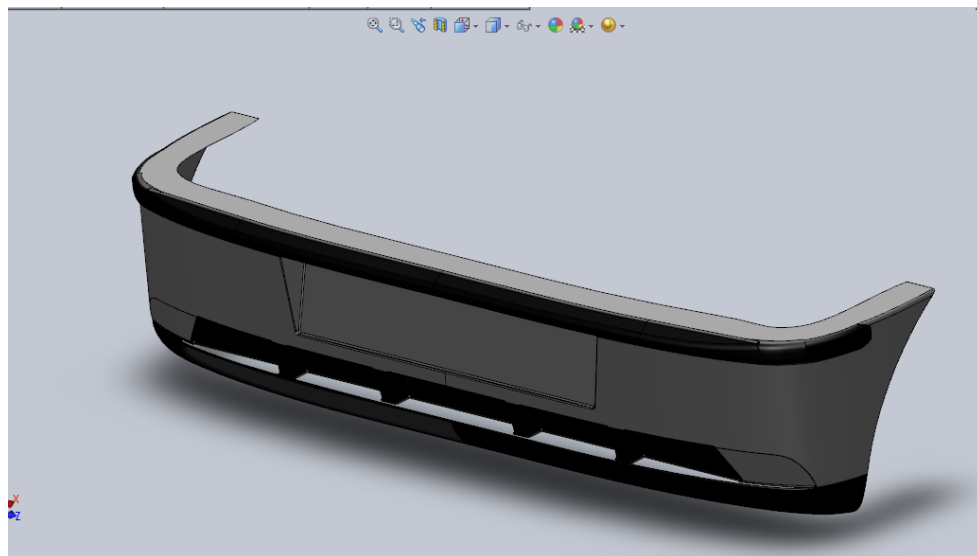


Imagen 27. Defensa trasera finalmente modelada con la técnica de proyección de vistas.

6.3. Modelación 3D y planos de taller de las piezas rediseñadas

Con el chasis digitalizado y las partes estándar modeladas por los diferentes procesos de ingeniería inversa, se empezó la modelación tridimensional del vehículo.

La modelación se utiliza como medio de soporte, tanto para la medición como para la revisión de las formas finales del vehículo.

Al concluir la modelación tridimensional del vehículo, se continuó con realización de los planos de taller²⁶.

Los planos de taller servirán como el soporte y guía para dar iniciación al proceso de construcción del vehículo, se consideran esenciales debido a que se debe asegurar la simetría del vehículo (**Ver Anexo F. Modelación 3D y planos de taller**).

6.4. Métodos de ensamble

La carrocería a construir será en un compuesto de fibra de vidrio (Referencia comercial: Mat) con resina de poliéster (Referencia comercial: 809). Para ensamblar la carrocería al chasis actual del Volkswagen escarabajo es necesario la construcción de un chasis secundario en tubería de acero 1020 de sección rectangular y circular (Referencia comercial: Tubería mecánica). El segundo chasis²⁷ en tubería de acero será necesario para los ensambles de las piezas estándar, tales como: puertas, defensas, farolas, stop y vidrios. Además este chasis secundario será ensamblado al chasis original del vehículo con elementos de sujeción y separados por un empaque de caucho para darle hermeticidad al vehículo y evitar la entrada aire, agua u otros fluidos.

6.5. Planos y manual de ensamble

Se realizó un manual de ensamble, donde vienen contenidos los planos, plano de explosión²⁸, ilustraciones y recomendaciones de cómo se debe ensamblar el vehículo, cada una de sus partes paso por paso (**Ver Anexo G. Manual de ensamble**).

²⁶ Los planos de taller muestran las medidas y detalles de cada pieza para la posterior construcción de ésta misma. Fuente: Elaboración propia

²⁷ El segundo chasis en tubería será nombrado como chasis superior.

²⁸ Plano de explosión: Es un plano donde se ilustran todas las piezas de un ensamble, sin estar éste conformado. Fuente: Elaboración propia

7. ETAPA 3: APLICACIÓN

Se concluyó la etapa de desarrollo, donde se obtuvo la información necesaria para la construcción del modelo y posteriormente los moldes donde se vaciaron las piezas del producto final.

La construcción concluirá la última etapa del proyecto (Aplicación), permitirá verificar en escala real el diseño de la carrocería del vehículo y posteriormente su funcionalidad. El inicio de la materialización se dio con la construcción de un segundo chasis. Éste es fundamental en dos aspectos, el primero y más importante; darle soporte y rigidez al chasis original del vehículo. El segundo; el soporte para todas las piezas estándar del vehículo y puntos de referencia del diseño final.

7.1. Moldes y vaciado de piezas

7.1.1. Molde Positivo

Después de la construcción del chasis superior en perfilería de acero, se ensamblaron a éste, las partes estándar: Defensas, farolas, stop, puerta derecha e izquierda, vidrio delantero y vidrio trasero.

Para la creación de los moldes de la carrocería de este vehículo se consideraron varios métodos de fabricación, al final, en una decisión conjunta con el cliente se tomó la decisión de la fabricación desde los planos seriados.

Los planos seriados fueron fabricados en MDF²⁹ de 3mm de espesor y ubicados en el chasis superior, apoyándose en él. En total se fabricaron doce planos seriados, espaciados cada 20 cm entre sí. Luego de tener los planos seriados ubicados y fijados al chasis, se construyeron canaletas entre ellos, para crear un molde. Se desarrolló esta técnica para el vaciado de la espuma de poliuretano³⁰ de forma uniforme. Luego se moldeó toda la espuma de poliuretano para darle la

²⁹ **MDF**: Aglomerado, madera de media densidad.

³⁰ **Espuma de poliuretano** de alto impacto; Componente A: Polioliol C200 y Componente B: Rubinate 5005.

forma final. Durante este proceso se utilizó un artefacto de medición para garantizar la simetría del molde positivo en espuma de poliuretano.

Para finalizar, el molde positivo se recubrió la espuma de poliuretano con estuco plástico, que es un material al cual se le puede dar un acabado superficial de manera más eficiente. Luego del recubrimiento con estuco plástico, éste se pulió y se lijó hasta darle el acabado superficial deseado. Finalmente, se recubrió la superficie de estuco con resina acrílica, para impermeabilizarlo y así concluyó la fase del molde positivo.

7.1.2. Molde Negativo

El objetivo general de este proceso, fue obtener moldes para las piezas que fueron creadas especialmente para este vehículo, que son: la nave delantera, el techo y la nave trasera. Se decidió utilizar resina de poliéster (Referencia comercial: 809) para copiar la superficie del molde positivo, esto garantizó el acabado superficial interior en el molde negativo.

Esta parte del proceso se inició con el vaciado de resina de poliéster sobre la superficie del vehículo en las partes donde se contempló obtener moldes en negativo. La resina se reforzó con fibra de vidrio e injertos en madera para darle soporte al molde. Así se garantizó que el molde no se deforme y conserve las dimensiones.

Cuando se obtuvieron los moldes negativos del vehículo, fue necesario remover el molde positivo que se encontraba sobre el vehículo para el proceso posterior que sería el ensamble de las piezas vaciadas.

7.1.3. Vaciado de piezas

Durante esta fase del proceso de construcción, se recubrió el molde con dos materiales. El primero fue la crema desmoldante, que evita que la pieza se amarre al molde. El segundo material es gel-coat, que copia el acabado superficial del molde y será la primera capa del compuesto de resina de poliéster con fibra de vidrio³¹, y el acabado superficial exterior.

³¹ Información suministrada por Alexander Gil, encargado de la zona de resinas y materiales compuestos del taller de desarrollo de productos de la Universidad EAFIT.

Después de cubrir la superficie interna del molde negativo con estos dos materiales, se realizó el vaciado de una capa de resina de poliéster y luego el de una capa de fibra de vidrio. Éste proceso se repitió hasta que se llegó al espesor de pared deseado. De ésta misma forma se desarrollaron las demás piezas en este compuesto.

7.2. Ensamble y acabado

Al concluir el vaciado se obtuvieron tres piezas. Para el ensamble se necesitó del mismo compuesto de resina de poliéster con fibra de vidrio para unir las piezas al chasis superior y crear amarres y pestañas que garanticen la estabilidad dimensional. Además estas piezas se pulieron y se lijaron de nuevo para darle el acabado final y se dejaron listas para el proceso de pintado. Para ver las ilustraciones e instrucciones del ensamble de éste vehículo ver el **Anexo G. Manual de Ensamble.**

7.3. Producto final y pruebas de usuario

Con el producto ensamblado y el acabado superficial terminado, se le hizo entrega del vehículo a Juan Esteban Schuth, quién se encargará de pintarlo, afinar las partes mecánicas y fabricar un interior para el vehículo.

Las pruebas de usuario para este proyecto de grado se basaron únicamente en la aprobación del diseño de la carrocería por parte del cliente, una vez se le fuera entregada:

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito informarles que la carrocería del vehículo KORREKAMINOS, rediseñada y construida por los estudiantes CAMILO GONZÁLEZ, ESTEBAN JARAMILLO Y JUAN ESTEBAN RANGEL como parte del proyecto de grado arriba mencionado, cumple con los objetivos y alcances planteados en el anteproyecto. El producto final ha sido entregado en su totalidad de acuerdo con las exigencias de acabado superficial y diseño.

Atentamente,


Juan Esteban Schuth Barrera

Para observar todo lo sucedido durante el proceso de construcción mediante fotos, ver el Anexo H. Fotos del proceso de construcción.

8. CONCLUSIONES

- Se definió el diseño final de la carrocería, basado en formas y líneas de vehículos deportivos actuales, supliendo las necesidades del cliente.
- Se concibió un modelo tridimensional detallado de la nueva carrocería en un software CAD, con sus respectivos planos de taller para la construcción de ésta.
- Se desarrolló una nueva carrocería para el vehículo KORREKAMINOS, implementando la metodología propuesta, utilizando diferentes técnicas de ingeniería inversa y desarrollo de productos.
- Se logró satisfacer los gustos del cliente con el diseño final materializado.

BIBLIOGRAFÍA

- GUÍA para la búsqueda de información y elaboración de bibliografías / Universidad EAFIT: Biblioteca Luis Echavarría Villegas, Medellín, 2007, 16 p. Medellín.
- GUÍA para la presentación de proyectos y tesis de grado / Universidad EAFIT: Biblioteca Luis Echavarría Villegas, Medellín, 2007, 22p.
- Guía para la formación de mapas perceptuales.
- INGENIERÍA INVERSA. Definición de ingeniería inversa. [Documento electrónico] (Citada: 20 Octubre 2010); <<http://www.alegsa.com.ar/Dic/ingenieria%20inversa.php>>
- INGENIERÍA INVERSA. Definición de ingeniería inversa. [Documento electrónico] (Citada: 19 Septiembre 2010); <<http://www.creaform3d.com/es/handyscan3d/applications/reverse-engineering.aspx>>
- KIT-CARS. Definición de Kit-cars. [Documento electrónico] (Citada: 19 Septiembre 2010) < http://en.wikipedia.org/wiki/Kit_car >
- MACEY, Stuart y WARDLE, Geoff. The H point. The fundamentals of car design and packaging. 2009, 224 p.
- ULRICH, Karl y EPPINGER, Steven. Diseño y desarrollo de productos. 2003, 384 p. Editorial McGraw-Hill.