



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA • CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

VEHÍCULO URBANO SHELL ECO MARATHON

Tesis profesional para obtener el Título de Diseñador Industrial presenta:

Francisco Juárez Meza

Director de tesis:

D. I Roberto González Torres

Asesores de tesis:

D.I Maribel Alonso Chein

D.I Jorge Vadillo López

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

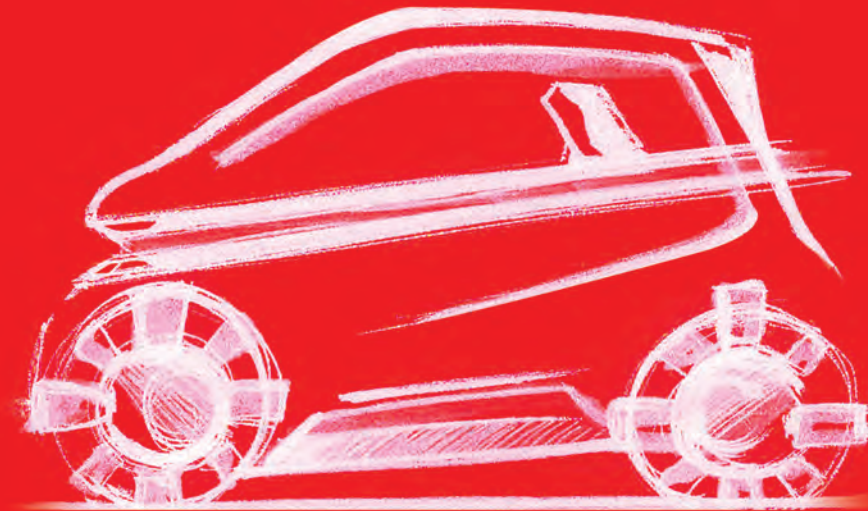
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA • CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

VEHÍCULO URBANO SHELL ECO-MARATHON



Francisco Juárez Meza

-2019-

Ciudad Universitaria CDMX



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE

MEXICO
Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE JUAREZ MEZA FRANCISCO No. DE CUENTA 411092821

NOMBRE TESIS VEHICULO URBANO SHELL ECO MARATHON

OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de LA TESIS, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día a las horas.

Para obtener el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 25 de octubre de 2019


NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. ROBERTO GONZÁLEZ TORRES	
VOCAL D.I. MARIBEL ALONSO CHEIN	
SECRETARIO D.I. JORGE VADILLO LÓPEZ	
PRIMER SUPLENTE D.I. PEDRO ORTEGA GONZÁLEZ	
SEGUNDO SUPLENTE M.D.I. ARMANDO MERCADO VILLALOBOS	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART
Vo. Bo. del Director de la Facultad

Gracias a mi familia y amigos que en todo momento nos apoyaron para lograr este proyecto y que a lo largo de la carrera estuvieron conmigo.

En especial agradecimiento a mis padres, a mi abue, tías abuelas, primas, tíos que con sus consejos y enseñanzas logre concluir esta gran etapa de mi vida

A cada amigo de los equipos deportivos de Shell y Baja SAE de sus distintas temporadas por haber confiado en esta locura de proyecto en donde hubo mucho trabajo, risas y momentos difíciles pero que siempre logramos salir adelante

Al  por siempre estar ahí apoyandome pasando muy buenos momentos

A todos los maestros que confiaron en nosotros y nos brindaron su apoyo incondicional muchas gracias.

CONTENIDO

Introducción

- Resumen 9
- Antecedentes 12
- Metodología 19
- Objetivos 24
- Hipótesis 26
- Metas 26
- Referencias, notas y fuentes 27

Investigación

- Introducción 28
- Concepto Urbano 32
- Micro-coches 73
- Tecnología 83
- Usuario 102
- Referencias, notas y fuentes 120

Desarrollo

- Introducción 121
- Ideación 123
- Generación de propuestas 128
- Referencias, notas y fuentes 136

Propuesta final

- Introducción 137
- Diseño final 139
- Ingeniería *Confidencial-IPN* 143
- Manufactura de prototipo 143
- Referencias, notas y fuentes 148

Comprobación

- Introducción 151
- Traslado 153
- Inicio de la competencia 155
- Inspección técnica 157
- Entrada a pista 163
- Conclusiones del proyecto 165
- Conclusiones personales 169
- Referencias, notas y fuentes 171
- Plano vistas generales 172

“

L

a necesidad es la madre del ingenio

”

Moraleja en la fábula del cuervo y el jarro de Esopo





Introducción

página 9

El presente documento de tesis muestra el proceso de investigación y desarrollo del capítulo estudiantil Urban Concept 2018, entre la Universidad Nacional Autónoma de México del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, CIDI y el Instituto Politécnico Nacional de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME, Unidad Culhuacan.

Resumen



Página opuesta
Imagen: Competencia Shell Eco-marathon 2016 equipo UNAM Miztli
Fuente: Alex Mora

Imagen 1: Mastretta MXT
Fuente: Motorpasión México

El diseño automotriz es un campo dentro del diseño y de la ingeniería que ha sido un referente en avances tecnológicos y desarrollo de propuestas en la movilidad urbana con un gran potencial en la generación de nuevos conceptos, este campo, experimentado en otros países, poco a poco se ha ido abriendo un nuevo camino en México, con vehículos como el VULH de los hermanos Echeverría, el MXT de Daniel Mastretta, diseñados y manufacturados en México, o recientemente el M2 de la empresa Zascua pionera en el micro coche eléctrico en México. El trabajo colaborativo entre las distintas ramas de la ingeniería y el diseño industrial conjugan las herramientas necesarias para dar respuestas a las necesidades del usuario de forma global en aspectos técnicos y de factores humanos, en este caso los vehículos. Esta tesis buscó aprovechar esta gran relación de disciplinas para dar solución al basto mundo de los vehículos eléctricos en específico para la competencia de Shell Eco-marathon 2018 en la categoría Urban Concept.

El resultado de este proyecto fue un prototipo de vehículo eléctrico conceptual que cumplió todos los requerimientos técnicos y de seguridad del reglamento para la competencia Shell Eco-marathon 2018.

This thesis document shows the process of research and development of the student chapter Urban Concept 2018, between the National Polytechnic Institute of the School of Mechanical and Electrical Engineering ESIME Culhuacan unit and the National Autonomous University of Mexico's Design Research Center Industrial CIDI

Automotive design is a field within design and engineering that has been a reference in technological advances and development of proposals in urban mobility with great potential in the generation of new concepts, this field experienced in other countries has gradually We have opened a new path in our country, with vehicles such as the VULH of the Echeverría brothers, the MXT of Daniel Mastretta designed and manufactured in Mexico or recently the M2 of the Zascua company pioneer in the electric car micro in Mexico. The collaborative work between the different branches of engineering and industrial design combine the necessary tools to respond to the needs of the user globally in technical aspects and human factors in this case vehicles. This thesis sought to take advantage of this great relationship of disciplines to give solution to the vast world of electric vehicles in specific for the competition of Shell Eco-marathon 2018 in the category Urban Concept.

The result of this project is a conceptual electric vehicle that fulfilled all the technical and safety requirements of the regulment for the Shell Eco-marathon 2018 competition.

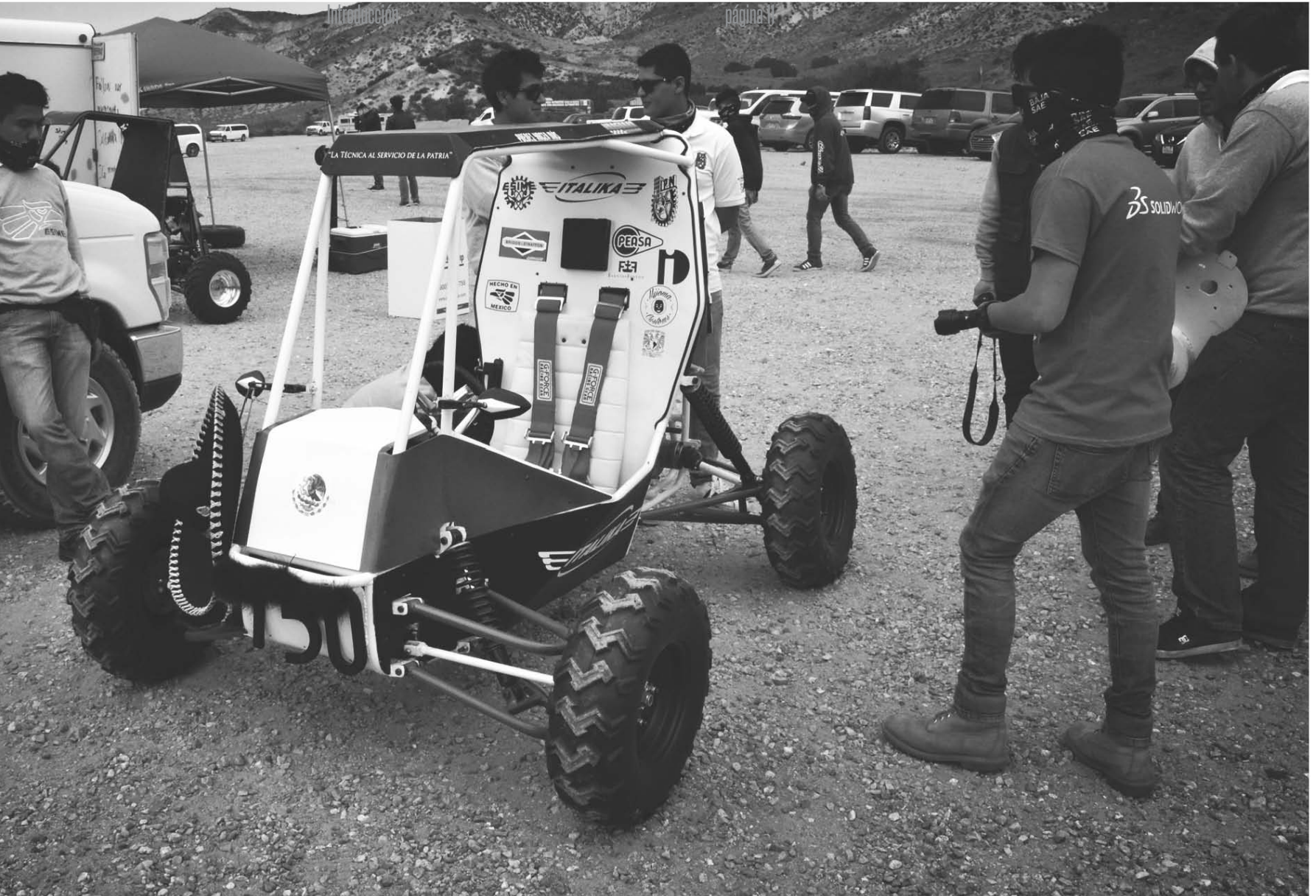
Summary



Imagen 2: VULH 05
Fuente: *Motorpasión México*

Imagen. Competencia 2017 Baja SAE California EE. UU.
Fuente: *Oswaldo Juárez*





Antecedentes

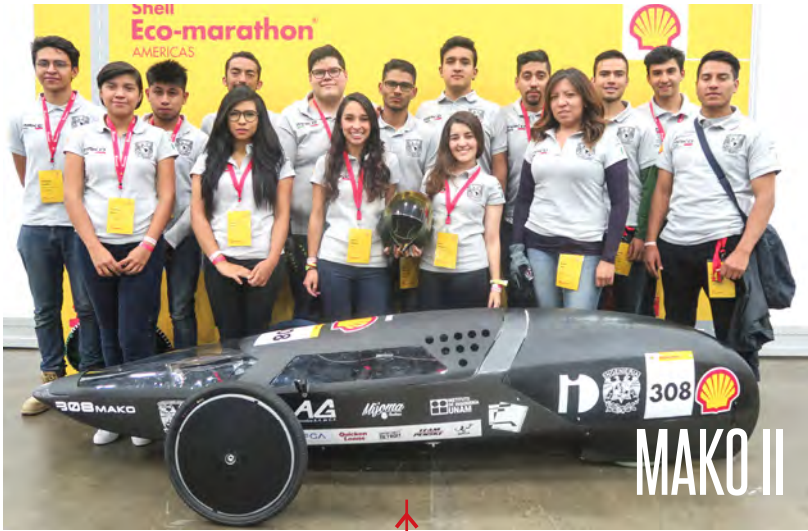
La tecnología avanza a pasos agigantados, y por consiguiente el desarrollo científico y tecnológico es un factor clave en el crecimiento de cualquier país. En México este tema se ha abordado de forma superficial, ya que la inversión que se destina por año en desarrollo tecnológico es de un .3% como proporción del producto interno bruto (PIB/a, INFORME GENERAL DEL ESTADO DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN 2016 Conacyt), esto en comparación con países como Alemania 2.9, Japón 2.8, EUA 2.7; La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) evaluó que si no hay desarrollo tecnológico el crecimiento económico de un país se ve perjudicado y por consiguiente el desarrollo social se ve afectado, por ello surge la inquietud de buscar proyectos que integren distintas disciplinas en las cuales se genere un conocimiento más amplio a través del desarrollo de proyectos de innovación, para así dar respuesta a las necesidades de nuestro entorno.

El inicio de este proyecto de tesis y del capítulo estudiantil urban concept 2018 se originó del trabajo colaborativo que se tuvo con los equipos deportivos IPN Baja SAE ESIME Unidad Culhuacán y el quipo UNAM Miztli, este vínculo se inició en las temporadas 2015 a 2017, en donde se generó un apoyo mutuo de forma colaborativa entre la disciplinas de diseño industrial e ingeniería en sus distintas ramas. De la experiencia, aprendizaje y logros obtenidos en los vehículos **MAKO I,II, FK1, FK2 y FK3**, surge la idea de poder desarrollar el primer micro coche eléctrico de México para la competencia Shell Eco Marathon America 2018.



2015





2016



2017



FK2



FK3

A continuación se hace una breve descripción de lo que es SEMA (Shell Eco-marathon): SEMA es una competencia anual patrocinada y organizada por la empresa multi-nacional de hidrocarburos Shell, con el objetivo que estudiantes diseñen, construyan y manejen vehículos que logren la mayor ³eficiencia energética posible, esto con la finalidad de que los futuros profesionistas de todo el mundo tengan un acercamiento al diseño y desarrollo de tecnologías que aprovechen las fuentes de energía al máximo y que den una alternativa a los problemas relacionados con el deterioro del medio ambiente, causado por los emanaciones del CO₂ producidos por el transporte comercial y privado.

La competencia se lleva a cabo en 3 sedes diferentes alrededor del mundo, (América - *California*, Asia - *Manila Philippines*, Europa - *Rotterdam*), reuniendo a más de 500 equipos de 50 países con un mismo objetivo, realizar el vehículo más eficiente del mundo. A continuación se describe la competencia con mayor detalle, (figura 1).

La competencia se divide en 4 etapas, la primera consiste en realizar una inspección de seguridad al vehículo, en la segunda etapa se evalúan los aspectos técnicos marcados por reglamento. Aprobadas estas 2 etapas se otorga un par de calcomanías que avalan que es un vehículo apto para competir. La tercera etapa es la entrada a pista de prueba, aquí es donde el vehículo recorre un circuito corto para así poder realizar ajustes antes de pasar a la pista oficial, (esta etapa no es obligatoria), después ya en pista oficial el vehículo

tiene 6 intentos como máximo para realizar un recorrido de 10 vueltas a la pista en menos de 25 min por intento, con una velocidad promedio de 50 km/h (Concept Urban) 35 km/h (Prototype) para después validar su desempeño a través de la ⁴telemetría que se asigna en la competencia.

El objetivo de la competencia es lograr la mayor ³eficiencia energética en el desplazamiento de los vehículos. En otras palabras, más que medir la velocidad de los vehículos de una carrera tradicional, como lo conocemos hoy en día, se trata de una carrera estratégica para lograr terminar las 10 vueltas con el menor consumo de energía.

[Página anterior](#)

Imagen. Línea de tiempo de vehículos en los que se colaboro

Fuente: imágenes de distintos autores

¿QUE ES?



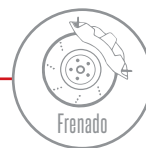
Shell Eco marathon



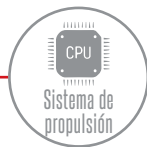
¿COMO ES LA COMPETENCIA?



Inspección de seguridad



Inspección técnica



Salida a pista de prueba



Salida a pista oficial



Concepto Urbano



Prototipo

7
Tipos de
Propulsión



Gasolina



Gas natural



Diesel



Hidrógeno



Etanol



Litio



Gas Líquido



Visibilidad



Diseño

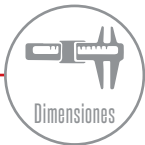


Equipo de
seguridad



KG

Peso



Dimensiones



Limpiaparabrisas
y luces



Vueltas
ilimitadas



Resultado de
eficiencia

Fig.1. Esquema competencia Shell Eco-marathon
Fuente: diseño propio basado en el reglamento 2018



Imágenes. Competencia 2016 Shell Eco-marathon
Fuente: Agustín Ludueñas



Metodología

Para el desarrollo del proyecto urban concept, se tomaron como fundamento 3 metodologías, esto por el hecho de que cada disciplina tiene diferentes formas de diseñar, por esta razón se requería tener una visión clara y amplia de los procesos de creación de cada disciplina, tanto de ingeniería (*referencia*), como de diseño industrial, asimismo nos apoyamos en una metodología especializada en el diseño automotriz puesto que es una visión totalmente diferente a la que se estaba acostumbrado en el proceso del diseño industrial. Cabe puntualizar que en esta tesis sólo se mostrarán aspectos de diseño ya que los aspectos de ingeniería pertenecen a los alumnos del Instituto Politécnico Nacional ESIME Unidad Culhuacán.

¿Qué se hizo? Se tomó como fundamento la metodología planteada por los autores Stuart Macey y Geoff Wardle en su libro “H-Point The Fundamentals of Car Design & Packaging” del Departamento de Diseño de Transporte del Art Collage of Design ubicado en Pasadena, California, USA.

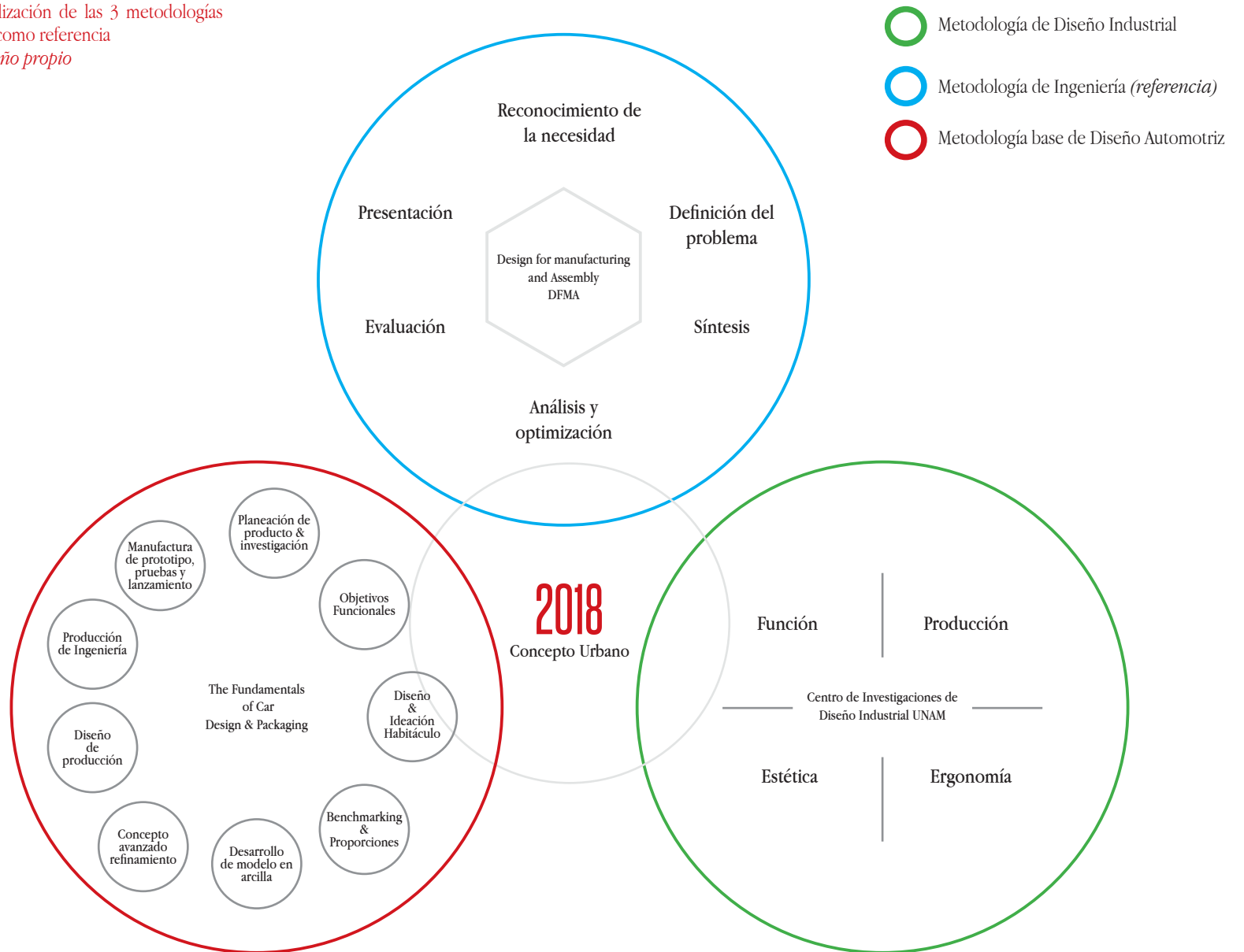
Este método se enfoca en el diseño automotriz centrado en el usuario y en sus diferentes características dependiendo del segmento de vehículo a diseñar, dando una visión clara de las características de forma, proporción y arquitectura de los vehículos actuales, además de contemplar cada sistema mecánico y eléctrico del vehículo desde un inicio para

así generar un flujo de trabajo que de como resultado una propuesta completamente acotada desde la arquitectura del vehículo, hasta una posible producción en el sector automotriz este método esta respaldado con datos específicos en Normas de la Sociedad de Ingenieros Automotores por sus siglas en ingles SAE "*Society of Automotive Engineers International*", tomando como base esta metodología se integró parte del procedimiento de diseño industrial planteado en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial de la UNAM, el cual contempla 4 etapas en el proceso de diseño, (Función, Producción, Ergonomía y Estética) para así conjuntar 2 enfoques que en síntesis no parecen tener relación pero en su esencia van de la mano, con el mismo objetivo, que es, crear una propuesta de diseño de gran contenido desde el concepto hasta la realización de la propuesta final.

Dado que esta tesis fue un proyecto multidisciplinario entre diseño industrial e ingeniería se contempló la metodología aplicada en el proceso de diseño del equipo de ingeniería, que es, la metodología **DFMA** por sus siglas en ingles "*Design for manufacturing and Assembly*" esto con el objetivo de generar un panorama completo a través de una síntesis de las diferentes metodologías para así llegar a una metodología propia en la cual se contemplaron los distintos enfoques para el proceso de diseño de la propuesta urban concept 2018.

¿Por qué ? El sector automotriz es una de las ramas del

Fig.2. Visualización de las 3 metodologías empleadas como referencia
 Fuente: diseño propio



diseño en la cual hay una limitada o escasa información sobre sus metodologías o procesos de diseño, la causa de que las compañías guarden con tanta reserva sus procesos de creación es, que, cada empresa maneja un estilo, identidad y línea muy definido que lo distingue del resto de sus competidores, por esta razón es que este tipo de información es considerada un secreto industrial, a causa de ello se procedió a buscar metodologías similares a las del proceso de diseño de un vehículo, encontrando como ya se mencionó, la propuesta planteada en el libro H-Point, de los autores Stuart Macey y Geoff Wardle, diseñadores automotrices, expertos en el tema y dedicados a la docencia.

Dichos autores generaron una metodología universal de diseño para los distintos segmentos de vehículos que se encuentran en el mercado hoy en día, dando así un amplio panorama de las características y consideraciones que cada vehículo debe de tener al momento de ser diseñado tanto en su arquitectura como en la relación con los usuarios, este compendio de información lo hicieron para ser utilizado como base en la enseñanza de la licenciatura de diseño de transporte impartida en el Art Collage Center, escuela líder en la enseñanza de diseño de transporte, por ello se tomo como guía principal en el diseño de la propuesta urban concept 2018, al mismo tiempo se integraron los aspectos esenciales del proceso de diseño impartido en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) ya que la metodología del libro H-Point, delimita de forma muy acertada las características de los vehículos pero carece de contenido en la etapa de ideación, desarrollo de concepto, elementos de función y producción,

por ello se decidió retomar los aspectos de mayor relevancia de los dos métodos y conjuntarlos para el proceso de diseño y desarrollo de la propuesta urban concept para la competencia Shell Eco-marathon 2018.

¿Cómo se hizo? Mediante la comparación entre las 3 metodologías, esto con el fin de encontrar puntos de relación entre ellas que contribuyeran en el desarrollo del proyecto urban concept 2018, dando como resultado una síntesis de las metodologías analizadas, es decir, dicha síntesis definió el proceso de diseño y desarrollo a seguir para esta tesis, esto dio como resultado 4 etapas principales que engloban dicha síntesis de las metodologías analizadas, estas 4 etapas son las siguientes, **(Investigación, Desarrollo, Propuesta final y Comprobación)**, (figura 3).

— En la etapa **Investigación** como primer paso se definieron los temas a indagar para esta tesis, esto se hizo con el objetivo de acotar el camino a seguir en el proceso de investigación ya que al ser un proyecto tan amplio se requería delimitar de forma acertada cada tema; los temas a investigar se eligieron con el apoyo de la metodología del libro H-point dando como resultado los siguientes temas: (concepto urbano, micro coches, tecnología, y usuario.

— En la segunda etapa de **Desarrollo** se inició el proceso de ideación, conceptualización y desarrollo de propuestas. Esto se realizó apartir de las conclusiones establecidas en la etapa de investigación, de igual forma se trabajó en conjunto con las especificaciones dictadas por el equipo de ingeniería



en los distintos aspectos que estipula el reglamento de Shell Eco-marathon 2018, el uso de las conclusiones de análogos, homólogos fue de gran ayuda para el desarrollo de bocetos y maquetas volumétricas a escala, que dio como resultado distintas propuestas que definieron un camino a seguir en la proporción y configuración formal para la propuesta final.

■ En la tercer etapa **Propuesta final** se generó el diseño final de la propuesta urban concept a través de bocetos digitales y maqueta a detalle, en donde se integraron los elementos mecánicos y eléctricos que el equipo de ingeniería diseño, la propuesta final dio paso al inicio de la fase de manufactura del prototipo funcional, que se encaminó a la competencia que se celebro el 21 de Abril del 2018 en Sonoma California, EUA.

■ En la cuarta etapa **Competencia** se resumen las actividades y resultados obtenidos durante la competencia Shell Eco-marathon 2018.

Fig.3. Esquema a detalle del proceso tesis, Urban Concept 2018
Fuente: diseño propio

Objetivo general

Especificar los objetivos de este proyecto, fue esencial para entender los alcances y las decisiones de diseño e ingeniería a resolver, así mismo de la correcta presentación y documentación del proyecto.

Objetivo principal: Diseño y desarrollo de un vehículo eléctrico para la competencia Shell Eco Marathon 2018 en la categoría urban concept, propulsión eléctrica, que por su eficiencia energética y espacial coadyuve en el desarrollo de nuevas propuestas conceptuales para la movilidad interurbana en las grandes ciudades, a través del trabajo multidisciplinario entre diseño industrial e ingeniería para así dar respuesta a los aspectos negativos que genera el transporte privado hoy en día.

A continuación se indican los objetivos particulares:

- Vehículo propulsado por baterías de litio que integre de forma funcional todos los sistemas eléctricos y mecánicos dentro de un chasis y carrocería
- Modelo físico en arcilla escala 1:5
- Análisis comparativo entre los sistemas de un vehículo eléctrico
- Prototipo funcional para competencia

Imagene. Competencia Shell Eco-marathon 2014,
categoría Urban Concept
Fuente: Jack Thompson/AP





Hipótesis y metas

Con base en la experiencia e información obtenida en las competencias Shell Eco-marathon capítulo 2015, 2016 UNAM Miztli y el proyecto realizado con el equipo BAJA SAE 2016-2017 IPN ESIME Unidad Culhuacan, fue donde observamos distintos aspectos que nos generaron ciertos cuestionamientos, que se mencionan a continuación:

Las competencias universitarias tanto de Shell Eco-marathon y las que organiza SAE en las categorías (Mini-Baja, Aerodesign y Fórmula) son desafíos enfocados directamente a alumnos de ingeniería en sus distintas especialidades. Desde nuestro punto de vista los equipos generan soluciones exclusivamente técnicas sin contemplar factores humanos; la licenciatura de diseño industrial poco a poco se a ido integrando a estos proyectos, pero de forma aislada en donde realmente no se genera un trabajo colaborativo que impacte de manera significativa en las soluciones planteadas, de aquí se partió para formular las siguientes hipótesis.

1. El trabajo colaborativo desde las fases iniciales del proyecto urban concept, entre los equipos de ingeniería y diseño industrial producirá como resultado una propuesta viable en aspectos funcionales, productivos, estéticos y ergonómicos, que lo diferencie del resto

de los competidores dentro de la competencia Shell Eco marathon 2018 en los cuales se sigue un esquema tradicional de trabajo aislado.

2. "Esta relación generara un cambio significativo en el desarrollo de nuevas propuestas en el ambito de los vehículos eléctricos para la categoría urban concept".
3. "El resultado de la propuesta urban concept podrá tener una estética y funcionamiento equivalente a un vehículo del segmento A Microcoche".

Como **meta** fue crear un documento de tesis que por sus contenido en especificaciones y procedimientos de diseño e ingeniería (referenciados), se pueda llevar a producción la propuesta concepto del vehículo eléctrico para la competencia Shell Eco Marthon Americas 2018.

Referencias, notas y fuentes

- 1- Dr. Enrique Cabrero Mendoza Dra. Julia Tagüeña Parga. (2014). INFORME GENERAL DEL ESTADO DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN. 2014, de CONACYT Sitio web: <http://www.siicyt.gob.mx>
- 2- OCDE. (2014). EL TRABAJO DE LA OCDE ESTADÍSTICO. 2018, de Ciencia, tecnología e innovación Sitio web: <https://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- 3- **Eficiencia energética.** Recorrer la mayor distancia con el menor consumo de energía, Shell Global.
- 4- **Telemetría.** Sistema de medición de magnitudes físicas que permite transmitir los datos obtenidos a un observador lejano.
- 4- **Segmento de vehículo.** Es un término general que se refiere a agrupar vehículos en categorías según su potencia y sus características técnicas.

“

S

”

i no conozco una cosa, la investigaré

Louis Pasteur

En este capítulo se presentan los temas que nos encaminaron a encontrar las áreas de oportunidad para dar solución al diseño del vehículo urban concept.

La etapa de investigación se dividió en 4 grandes grupos, yendo de lo general a lo particular; en el **primer capítulo/ concepto urbano** se hizo un análisis de lo que es la categoría urban concept, esto es, su definición y los aspectos que el reglamento dicta en diseño e ingeniería a cumplir para poder competir en Shell Eco-marathon 2018, así mismo se realizó una búsqueda de los equipos campeones de cada continente (America, Europa, Asia) dado que son un referente como ¹homólogos para así poder analizar pros y contras de sus vehículos y encontrar áreas de oportunidad que nos sirvieron en el desarrollo de una propuesta nueva en donde se integró cada sistema de forma adecuada en relación a peso y funcionamiento para lograr una mayor ²eficiencia energética objetivo principal de la competencia, el siguiente paso en este capítulo de la investigación fue definir con mayor claridad que es un auto concepto ya que la definición del reglamento de Shell Eco-marathon en la categoría urban concept es ambigua y no delimita de forma acertada los alcances y características de este tipo de vehículos.

En el **segundo capítulo / micro-coches** se hizo un análisis del segmento "A" de vehículos, segmento conocido

en Europa como micro-coche y en Asia como Kei Car. Se eligió este segmento a analizar ya que es el que más se asemeja a los requerimientos que pide Shell Eco-marathon en el reglamento de la categoría urban concept, es decir, es un referente ³análogo del objetivo de la competencia, que es, crear un vehículo para ciudad de dimensiones mínimas, esto con el objetivo de entender el por qué de las características de los micro-coches y de su contexto en los dos continentes que tuvieron mayor auge y que hoy en día siguen siendo una alternativa en la movilidad urbana de las ciudades centralizadas con poco espacio o espacios saturados.

En el **tercer capítulo/tecnología** se hizo un análisis de los sistemas que integran un vehículo eléctrico ya que es la categoría de propulsión que definió el equipo de ingeniería debido a su gran potencial en innovación y tendencia en el uso de energías limpias en el transporte, además de que era una categoría en la que ya se tenía experiencia en competencias pasadas con los vehículos Mako I y Mako II, sumado a esto se indagó sobre materiales y procesos de fabricación que existen hoy en día en la industria automotriz, esto con el objetivo de diferenciar los distintos caminos a tomar para lograr un prototipo factible para la competencia del 2018.

La investigación en el **cuarto capítulo/usuario** se enfocó en delimitar un ⁴segmento de mercado para así identificar las necesidades específicas del usuario, cabe aclarar que aunque el objetivo de la competencia y de esta tesis no es llegar a un producto como tal, sino a un prototipo conceptual se requería este análisis para poder establecer parámetros del

usuario en dos aspectos esenciales, la ergonomía, esto es información de los ocupantes dentro de un vehículo, con el fin de tener datos duros basados en normas SAE, asimismo se analizó brevemente el segmento de mercado elegido con ayuda del libro H-point en el capítulo segmento de mercado para obtener información relevante para ser traducida en referencias estéticas (recursos formales) para la etapa de conceptualización e ideación.

2018

Concepto Urbano

Fig 4. Esquema a detalle capítulo investigación
Fuente : Diseño propio



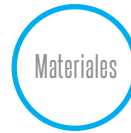
Urban concept



Micro-coches



Tecnología



Usuario



INVESTIGACIÓN

Urban concept

El reglamento de Shell Eco-marathon 2018 fue la guía principal en el proceso de investigación del proyecto tanto de los aspectos de ingeniería como de diseño, por ello fue de vital importancia comprender cada artículo, es decir, tener todas las especificaciones y requerimientos analizados para poder ser aplicados de manera óptima, para así, no tener ningún contratiempo durante la etapa de inspección técnica y de seguridad en la competencia, por experiencias pasadas en competencias de Shell Eco marathon, como de Baja SAE, todo

Artículo
25

Diseño de vehículo:

- A) Durante el diseño del vehículo, la construcción y la planificación de la competencia, los equipos participantes deben poner atención especial a todos los aspectos de la seguridad, es decir, la seguridad del conductor, la seguridad de otros miembros del equipo y la seguridad del espectador, los vehículos de la categoría prototipo deben tener tres o cuatro ruedas en funcionamiento, deben estar todas en contacto continuo con el asfalto. Los vehículos de la categoría UrbanConcept deben tener exactamente cuatro ruedas, las cuales deben estar en funcionamiento normal, todas en contacto continuo con el asfalto, una quinta rueda para cualquier propósito esta prohibida.
- B) Las piezas aerodinámicas, que se ajustan o son propensos a cambiar de forma debido al viento, cuando el vehículo está en movimiento, están prohibidos.
- C) Las carrocerías de los vehículos no deben incluir ninguna pieza externa que pueda ser peligrosa para los participantes, (ejemplo) cualquier punto afilado debe tener un radio de 5 cm o mayor, alternativamente deben estar hechos de espuma o material deformable similar.

artículo tiene que ser analizado a detalle ya que un descuido o inexactitud podría costar la anulación de la competencia, con esto quiero decir que si se entiende de forma clara cada artículo del reglamento se tendrá un panorama más amplio en la toma de decisiones del equipo de ingeniería y diseño en las etapas de conceptualización y desarrollo, por lo cual se seleccionaron los puntos más críticos del reglamento, lo siguiente es la traducción y análisis del reglamento 2018.

- D) Los paneles de la carrocería del vehículo deben ser sólidos con una rigidez adecuada para no ser propensos a cambiar de forma debido al viento.
- E) El interior del vehículo no debe contener ningún objeto que pudiera lesionar al conductor durante una colisión.
- F) Las ventanas no deben estar hechas de material que pueda romperse en fragmentos grandes, recomendamos Material: policarbonato (por ejemplo, Lexan)
- G) Cualquier cubierta del compartimento de energía (motor / controlador / transmisión / batería, etc.) debe ser fácil para abrir para un acceso rápido a la inspección.
- H) Todas las partes del tren de propulsión, incluido el depósito de combustible, los componentes del sistema de hidrógeno, etc, deben estar aislados del interior del vehículo
- I) Todos los objetos del vehículo deben estar bien montados, las cuerdas antichoque u otro material elástico no estan permitidos para asegurar objetos pesados como baterías.
- J) Todos los vehículos deben tener un piso y un bastidor sólidos que impidan que cualquier contacto con el suelo.
- K) Todos los vehículos (incluidos los Prototipos) deben estar completamente cubiertos. No se permiten vehículos de techo abierto.

- Los vehículos que parecen bicicletas, triciclos o sillas de ruedas no son aceptables.
- L) Los Organizadores podrán proporcionar a cualquier equipo equipos de telemetría (ver Sección 5) y solicitarlos para instalarlos en su vehículo con el fin de la supervisión de la competencia y el cálculo de resultados. En caso de que la carcasa principal del equipo de telemetría deberá instalarse dentro del vehículo y el equipo debe proporcionar un agujero en el cuerpo del vehículo de no más de 32 mm para el paso cables a una o más antenas exteriores que tendrán que fijarse en el exterior del vehículo. Los equipos serán informados durante la inspección técnica si se requiere tal instalación.

Artículo
26

Chasis/Monocasco

- A) Los equipos deben asegurarse de que el chasis del vehículo o el monocasco estén diseñados para proteger eficazmente el cuerpo del conductor en caso de colisiones o vuelcos, los organizadores están facultados para excluir cualquier vehículo cuya construcción se considere peligrosa.
- B) El chasis del vehículo debe estar equipado con una barra antivuelco efectiva que se extienda sobre el casco del conductor cuando está sentado en posición de conducción normal, con los cinturones de seguridad sujetos, si esta posición perjudica la visibilidad del conductor se considerará que la barra de desplazamiento no es adecuada, la validez de la barra antivuelco y de la visibilidad del conductor será validada simultáneamente, es decir, el conductor no debe estar en tal posición que él o ella debe levantar su cabeza o el torso por encima de la barra de balanceo para pasar la prueba de visibilidad.
- C) Esta barra de rodadura debe extenderse en anchura más allá de los hombros del conductor cuando está sentado en la conducción normal con los cinturones de seguridad sujetos, está permitido utilizar P.T.R de tipo tubular o de panel. Si se utiliza una "barra de laminación tubular", debe

ser de metal el perfil que genere una división rígida que separe la cabina del compartimento del motor. Dicha barra debe ser una parte integral del vehículo chasis o monocasco.

- D) Cualquier barra de laminación debe ser capaz de soportar una carga estática de 700 N (~ 70 kg) vertical, horizontal o perpendicular, sin deformarse (es decir, en cualquier dirección).

Artículo
27

Propulsión y aislamiento de sistemas de energía

- A) Una pared permanente y rígida debe separar completamente el sistema de propulsión del vehículo y los sistemas de almacenamiento de energía del compartimento del conductor, la pared es una tapa vertical que separa el compartimento del conductor del compartimento del motor; esto significa que los motores, pilas de combustible, tanques de combustible, baterías (propulsión y auxiliares), cilindros de hidrógeno, súper capacitores, etc. deben colocarse fuera del compartimento del conductor detrás la pared de aislamiento, el objetivo de esta pared es que en caso de una fuga de combustible o un incendio, evitar que líquidos y / o llamas y / o humo llegue al conductor. Preste especial atención para evitar huecos y agujeros entre el cuerpo y la pared. Se recomienda sellar huecos con materiales como láminas de metal / aluminio o cinta de aluminio.
- B) Esta pared debe ser de material ignífugo.
- C) La pared debe sellar eficazmente el compartimento del conductor de la propulsión y el sistema de combustible.
- D) La pared debe impedir el acceso manual al compartimento motor /almacenamiento de energía por parte del conductor.
- E) Si se hacen orificios en el mamparo para pasar a través de los alambres, cables, etc., deben estar protegidos por un ojal o material de protección similar para evitar dañarlos.

Artículo
28

Visibilidad

- A) El conductor debe tener acceso a un arco directo de visibilidad parte delantera de 90 ° por cada lado del eje longitudinal del vehículo. Este campo de visión debe alcanzarse sin la ayuda de ningún dispositivo óptico (o electrónico) como espejos, prismas, periscopios, etc. Se permite el movimiento de la cabeza del conductor dentro de los límites de la carrocería del vehículo para lograr un arco de visión completo, el casco del conductor debe estar a 5 cm por debajo de la barra antivuelco en todo momento.
- B) El vehículo debe estar equipado con un espejo retrovisor en cada lado del vehículo, cada uno con una superficie mínima de 25 cm² (por ejemplo, 5 cm x 5 cm). La visibilidad proporcionada por estos espejos, y su apropiado acoplamiento, será objeto de inspección. Un dispositivo electrónico no debe reemplazar un espejo retrovisor.
- C) En la inspección técnica, se verificará la visibilidad con el fin de evaluar la seguridad en la vía mediante la utilización de postes de 60 cm de altura distribuidos cada 30 ° en un semicírculo, con un radio de 4 m delante del vehículo.
- D) Para los vehículos UrbanConcept, también es obligatoria la visibilidad del clima húmedo (ver Artículo 52 :).

Artículo
29

Cinturos de seguridad

- A) El asiento del conductor debe estar equipado con un arnés de seguridad efectivo que tenga al menos cinco puntos de montaje para mantener al conductor en su asiento. Las cinco correas independientes deben estar firmemente fijadas a la estructura principal del vehículo y colocarse en una sola hebilla, diseñada específicamente para este fin, los puntos de montaje se deben montar de modo que las correas se alineen con la dirección de la carga.
- B) El arnés de seguridad debe evitar cualquier movimiento ascendente o hacia adelante del torso del conductor; cualquier holgura en el arnés debe ajustarse usando el ajustador de longitud del cinturón de seguridad. El ajuste

debe estar lo más cerca posible del punto de conexión. El punto de montaje de la correa de la entrepierna debe estar detrás de la línea del pecho y las correas superiores deben estar en un ángulo de al menos 10 ° por debajo de la línea del hombro.

- C) El arnés de seguridad debe ser usado y sujeto en todo momento para evitar que el conductor tenga movimiento libre cuando el vehículo está en circulación.
- D) La idoneidad para el propósito del arnés y su accesorio serán evaluados durante la inspección técnica, para los coches de la categoría prototipo esto se hará elevando el vehículo con el conductor a bordo usando la hebilla del arnés de seguridad como el punto de elevación, que debe ser capaz de soportar 1,5 veces el peso del conductor.
- E) El arnés de seguridad del vehículo UrbanConcept debe ser fabricado específicamente para uso en el automovilismo (Por ejemplo, certificados o conformes con los estándares de la FIA).

Artículo
30

Acceso al vehículo

- A) Es imperativo que los conductores, completamente instalados, puedan desocupar sus vehículos en cualquier momento sin ayuda en menos de 10 segundos.
- B) Para los vehículos UrbanConcept, el mecanismo de apertura debe ser fácil e intuitivamente operable desde el interior y el exterior del vehículo. El método de apertura desde el exterior debe estar claramente marcado por una flecha roja y no debe requerir ninguna herramienta.
- C) Se prohíbe utilizar cinta adhesiva para cerrar con seguridad la abertura del conductor desde el exterior.

Artículo
31

Claxón

- A) Cada vehículo debe estar equipado con una bocina eléctrica alimentada por batería. La bocina debe estar

montada hacia la parte delantera del vehículo, de tal manera que sea efectivamente audible para otros vehículos y jueces de pista, con el vehículo en condiciones normales de funcionamiento, debe emitir un sonido superior a 85 decibeles, se mide 4 metros horizontalmente desde el vehículo, el claxón debe ser accionado por una batería independiente.

- B) El claxón debe tener un tono alto (tono) de igual o mayor que 420 Hz, el claxón debe producir un sonido continuo cuando está activado, sonidos tipo sirena no están permitidos, las bocinas eléctricas accionadas por batería están disponibles como claxón de bicicleta o de triciclo con salidas mayores de 100 dBA. Estos cuernos están alimentados por pilas AA, AAA o 9 VDC. Muchos de estos claxón son configurables para emitir una gama de campana, chirrido, sirena u otros sonidos y puede o no puede incluir un tono constante, al seleccionar la bocina alimentada por batería, los participantes deben asegurarse de elegir una bocina que proporcione el tono constante requerido.
- C) La bocina será probada al final de cada intento en la pista, si la bocina no funciona correctamente, el intento se invalidará, tienen un lapso los pilotos para hacerla funcionar sin ayuda en menos de 10 segundos.

Artículo 32

Extintor interno

- A) Cada vehículo debe estar equipado con un extintor (tipo ABC o BC). Todos los conductores deben ser entrenados en el uso de dicho extintor, este extintor debe tener una capacidad mínima de extinción de 1 kg (2 libras para la aplicación de EE.UU.); Los extintores de tamaño equivalente no están permitidos, el extintor debe estar lleno (es decir, nunca usado) y tener una fecha de fabricación o de caducidad. Si el extinguidor no tiene una fecha de caducidad, la unidad será aceptable (es decir, válida) si se fabricó en los últimos tres años, también se permitirá cualquier extintor más allá del período de

vencimiento que ha sido re-inspeccionado y marcado con un oficial de fecha de recertificación.

- B) Los extintores fijos pueden estar ubicados en el compartimiento del motor y deben descargarse en el compartimiento del motor; los sistemas de disparo deben estar situados dentro de la cabina y ser operables por el conductor en su posición normal de conducción.
- C) Los extintores manuales deben estar ubicados dentro de la cabina y ser accesibles al conductor una vez que hayan desocupado el vehículo. Éstos deben montarse de forma segura para evitar movimientos durante la conducción / frenado, en caso de incendio, los conductores deben salir primero del vehículo y, si es posible, retirar el extintor e intentar extinguir el fuego si es seguro hacerlo.
- D) El extintor de incendios a bordo no sustituye la necesidad de un extinguidor adecuado para el área de pits del equipo.

Artículo 33

Posición del conductor

- Por razones de seguridad, se prohíbe la primera posición de cabeza hacia el frente, la posición del conductor debe ser tal que el casco esté a 5 cm por debajo de la barra de desplazamiento y que la visibilidad para el conductor no se altere al mismo tiempo.

Artículo 34

Transmisión

- A) Toda la propulsión del vehículo debe ser alcanzada solamente a través de la fricción entre las ruedas y el asfalto.

Artículo 37

Corte de emergencia

- A) El propósito del sistema de apagado de emergencia es desactivar el sistema de propulsión del vehículo.

Artículo
44

Definición: Con el nombre de "UrbanConcept", Shell ofrece la oportunidad de diseñar y construir vehículos que están más cerca en apariencia a los actuales tipos de vehículos de producción de pasajeros. En el Concepto Urbano los vehículos deben cumplir con las reglas específicas de Shell Eco-marathon para este grupo. Una particular característica de este grupo es que los vehículos que compiten en este grupo requerirá "stop & go" de conducción. Durante toda la práctica y la competición de Shell Eco-maraton solamente una persona (el conductor) esta autorizado para estar dentro de los vehículos UrbanConcept, independientemente del número de plazas instaladas.

Artículo
45

Dimensiones:

- A) La altura total del vehículo debe estar entre 100 cm y 130 cm.
- B) La anchura total del vehículo, excluyendo los espejos retrovisores, debe ser entre 120 cm y 130 cm.
- C) La longitud total del vehículo debe ser entre 220 cm y 350 cm.
- D) Ninguna de las dimensiones, altura, anchura y longitud del vehículo debe ser alcanzada por extensiones de carrocería tales como partes o recortes "pegados". El ancho de vía debe ser de al menos 100 cm para el frente 80 cm para el eje trasero, medido entre los puntos medios en los que los neumáticos tocan el suelo.
- E) La distancia entre ejes debe ser de al menos 120 cm.
- F) El compartimiento del conductor debe tener una altura mínima de 88 cm y un ancho mínimo de 70 cm en los hombros del conductor.
- G) La distancia al suelo debe ser de al menos 10 cm con el conductor (y el lastre necesario) en el vehículo.
- H) El peso máximo del vehículo (excluido el conductor) es de 225 kg

Artículo
46

Carrocería del vehículo:

- A) Se pide a los equipos que presenten dibujos técnicos, fotografías o animaciones de toda su diseño del vehículo a los organizadores para su aprobación en la primera oportunidad, esto se recomienda encarecidamente para evitar conflictos al fallar la inspección por incumplimiento del diseño.
- B) La carrocería debe cubrir todas las partes mecánicas, ya sea que el vehículo sea visto desde la parte delantera, trasera, los lados o desde arriba. Sin embargo, las ruedas y la suspensión deben estar completamente cubiertas por la carrocería, cuando se ve desde arriba y hasta la línea central del eje cuando se ve desde la parte delantera o trasera.
- La cubierta para las ruedas y la suspensión debe ser una parte integrada y rígida de la carrocería del vehículo.
- C) Está prohibido el uso de cualquier parte de la carrocería del vehículo comercial.
- D) El acceso al vehículo por parte del conductor debe ser tan fácil y práctico como se suele encontrar en coches turismo de pasajeros. Todos los nuevos vehículos Urban Concept apartir del 2017 tienen que tener un diseño de la puerta lateral. La apertura de la puerta debe tener una dimensión mínima de 500 x 800 mm, esto significa que una plantilla rectangular de esta dimensión debe ser capaz de pasar a través de la puerta abriéndose en el plano vertical.
- E) Cualquier mecanismo de apertura de acceso (por ejemplo puertas) debe estar firmemente unido a la carrocería del vehículo (Por ejemplo, por medio de bisagras, rieles deslizantes, etc.). Cinta adhesiva, velcro, etc, no están permitidos para este propósito.
- F) El vehículo debe tener un techo fijo que cubra el compartimiento del conductor.
- G) Un parabrisas con limpiaparabrisas efectivo es obligatorio. Véase el artículo 1: b).
- H) El espacio de equipaje debe estar disponible para una caja sólida rectangular con dimensiones de 500 x 400 x 200 mm (L x H x W). Este espacio debe ser de fácil acceso desde

el exterior y debe incluir un suelo y las paredes laterales para sostener el equipaje en su lugar cuando el vehículo está en movimiento. El equipaje debe ser suministrados por el participante y deben ser colocados en este espacio durante la competencia.

- I) Las carrocería del vehículo no deben incluir ninguna parte externa que pueda ser peligrosa para otros equipos o miembros; p.ej. Los puntos afilados deben tener un radio de 5 cm o más, alternativamente deben estar hechos de espuma o material deformable.
- J) Un gancho o anillo de remolque es obligatorio en la parte delantera del vehículo. Puede ser rígido o flexible (cable o correa). Si es rígido, debe colocarse completamente debajo del vehículo por razones de seguridad. Alternativamente, puede ser retráctil o extraíble como en un coche regular, pero debe ser fácilmente accesible, y servirá para remolcar el vehículo en caso de avería en la pista. Debe tener una resistencia a la tracción equivalente al peso del vehículo y tener una anchura de abertura de al menos 3 cm.

Artículo 47

Radio de giro y dirección:

- A) La dirección del vehículo debe ser controlada por un sistema que funciona con ambas manos utilizando un eje central en movimiento. Debe ser precisa, sin juego ni retraso, la dirección debe ser operada predominantemente a través de las ruedas delanteras.
- B) La dirección debe ser asida usando un volante o secciones de un círculo con un diámetro menor a 25cm.
- C) No se permiten barras de dirección, palas, joysticks, sistemas indirectos o eléctricos.
- D) El radio de giro debe ser de 6 metros o menos. El radio de giro es la distancia entre el centro de el círculo y la rueda externa del vehículo. La rueda exterior del vehículo debe poder seguir un arco de 90 ° de 6 m de radio en ambas direcciones, el sistema de dirección debe estar diseñado a

manera de evitar cualquier contacto entre el neumático y la carrocería o el chasis.

- E) Los organizadores se reservan el derecho de establecer un curso de manejo de vehículos para verificar lo siguiente cuando el vehículo está en movimiento: habilidades del conductor, radio de giro y precisión de la dirección. por ejemplo, los organizadores verificarán que la dirección es precisa, y sin juego.

Artículo 48

Ruedas:

- A) Las llantas deben tener entre 15 y 17 pulgadas de diámetro.
- B) Las ruedas situadas dentro de la carrocería del vehículo deberán quedar inaccesibles al conductor, cualquier manipulación de las ruedas está prohibida desde el momento en que el vehículo llega a la línea de salida hasta que cruza la línea de meta.

Artículo 49

Neumáticos:

La elección de los neumáticos es libre siempre y cuando se ajusten al tipo y tamaño de las llantas recomendadas por sus fabricantes y deben de tener una banda de rodadura mínima de 1,6 mm. El conjunto neumático / llanta debe tener una anchura mínima de 80 mm, medida desde la pared lateral del neumático hasta la pared lateral opuesta del neumático. La anchura se mide con el neumático montado en su llanta a su presión nominal.

Precaución:

- Las indicaciones de tamaño del fabricante no deben tomarse como medida, ya que el ancho de la llanta impacta directamente el ancho del conjunto de llanta / neumático.
- Se recomienda encarecidamente el uso de neumáticos de perfil plano diseñados para vehículos de cuatro ruedas.
- No neumáticos de perfil redondo / triangular utilizados

para ciclomotores o motos.

- Puede ser necesario utilizar un neumático de 90 mm para lograr la medida antes mencionada

Artículo 50

Luces:

El vehículo debe tener un sistema funcional de iluminación externa, incluyendo:

- A) Dos faros delanteros.
- B) Dos indicadores (direccionales) de giro delanteros.
- C) Dos indicadores (direccionales) de giro trasero.
- D) Dos luces de freno rojas en la parte trasera.
- E) Dos luces traseras rojas (se pueden combinar con las luces de freno).
- F) El centro de cada unidad de faros debe estar ubicado a una distancia igual y al menos a 30 cm de la línea central del vehículo.
- G) El indicador luminoso rojo obligatorio para el arranque automático debe estar separado de cualquier otro sistema
- (Véase el artículo 1: c).

Artículo 51

Frenos:

- A) El vehículo debe estar equipado con un sistema de frenos hidráulicos de cuatro discos, con un único pedal de freno que tiene una superficie mínima de 25 cm², el pedal del freno debe operar los cilindros maestros ya sea directamente o a través de un enlace mecánico rígido. No se permiten cables, deben de ser frenos de disco, con un grosor mínimo de 3 mm. Son obligatorios.
- B) Los frenos deben funcionar independientemente en los ejes delantero y trasero o en un patrón X (es decir, a la derecha rueda delantera con rueda trasera izquierda y rueda delantera izquierda con rueda trasera derecha).
- C) Se puede utilizar un solo cilindro maestro, siempre que tenga un circuito dual (dos pistones y tanque).
- D) La eficacia del sistema de frenos será probada durante

la inspección del vehículo. El vehículo debe permanecer inmóvil con el conductor en el interior cuando se coloca el vehículo en una pendiente del 20 por ciento con el freno principal en su lugar además, puede realizarse una inspección dinámica en el vehículo en curso.

- E) Se requiere una función de freno de estacionamiento para mantener el vehículo parado durante las inspecciones y mediciones de combustible. Debe proporcionar una fuerza de frenado de al menos 50 N.
- F) La capacidad de clima húmedo es obligatoria (véase Artículo 52 :).

Artículo 52

Función para clima lluvioso:

- A) Durante las condiciones climáticas de lluvia / lluvia ligera, los vehículos Urban Concept deben estar adecuados para conducir en la pista durante la competición, esto se realizará con la aprobación del Director de Carrera, por lo tanto, todos los vehículos de UrbanConcept deben poder correr bajo tales condiciones.
- B) El vehículo debe estar equipado con un conjunto de brazo de limpiaparabrisas eléctrico eficaz típicamente encontrado en un automóvil de producción.
- C) El funcionamiento del conjunto del limpiaparabrisas debe ser activado por un interruptor independiente fácilmente, accesible al conductor.
- D) La operación del limpiaparabrisas debe proporcionar al conductor una visión clara.
- E) El vehículo debe estar adecuadamente ventilado para evitar que el compartimiento del conductor se empañe.
- F) El sistema eléctrico del vehículo debe ser adecuado para condiciones de clima húmedo.
- G) Los neumáticos deben tener una banda de rodadura mínima de 1,6 mm (véase el artículo 49 :).
- H) La efectividad del freno del vehículo puede volver a inspeccionarse antes y / o después de cualquier carrera.
- I) La eficacia del vehículo en condiciones de humedad se evaluará durante el fase de inspección.



SHELL ECO-MARATHON 2018 OFFICIAL RULES CHAPTER I

Shell
Eco-marathon



Imagén. Portada de reglamento 2018 etapa 1
Fuente : Shell Eco-marathon America

Después de haber realizado la traducción y la revisión a cada artículo del reglamento Shell Eco-marathon 2018, se procedió a hacer un análisis más profundo en dos aspectos principales para la etapa de diseño, tanto en el área de diseño industrial, como de ingeniería, estos dos aspectos fueron las **dimensiones generales** y la **distribución del ‘habitáculo**. Haber realizado este análisis fue con el objetivo de crear un conjunto de información básico que ayudó a establecer un primer esbozo de las principales características que debía cumplir el vehículo por reglamento y asimismo generar un camino claro para la etapa de desarrollo de propuestas, con esto quiero decir que se definió, lo que en la industria automotriz se conoce como package (*paquete*). Esto es un conjunto básico de información que define las características mínimas que el vehículo debe de cumplir, la función principal de este bloque de información es acotar de forma acelerada lo que se necesita para empezar a diseñar y eficientar tiempos en la etapa de ideación para así obtener tantas ideas como sea posible, haciendo que el proceso sea más dinámico, esto con el fin de analizar como las proporciones exteriores e interiores se verán influenciadas por los elementos principales, ya sean distribución de usuarios, componentes mecánicos, eléctricos etc. Este análisis fue de lo general a lo particular lo que dio como resultado y a manera de conclusión un package final que cumplió con el reglamento del presente año de la competencia Shell Eco-marathon 2018.

Análisis reglamento / dimensiones generales

Las dimensiones de un vehículo son el eje rector que define la distribución de los usuarios y de los elementos mecánicos y eléctricos en el vehículo, por consiguiente se procedió a realizar el análisis de las medidas mínimas y máximas que permite el reglamento Shell Eco-marathon 2018 en este tema, esto con el objetivo de ver pros y contras con relación a la distribución de los ocupantes y así generar una comparativa entre ambas medidas y encontrar un punto intermedio que nos favoreciera en el desarrollo de una propuesta con dimensiones adecuadas para el piloto y la competencia, con dimensiones adecuadas me refiero a que sean seguras para el piloto dentro de la competencia.

Como primer paso se definió el ancho mínimo de una persona sentada para así determinar los primeros acercamientos a las medidas generales del vehículo, tomando como referencia el dato de 60 cm de ancho para una persona sentada, (del libro Antropometría de una casa). Como segundo paso se identificaron las medidas mínimas y máximas del reglamento (**ancho**, **largo**, **alto**) esto con el objetivo de comprender dichas dimensiones y establecer las primeras limitantes, tomando como primera medida el ancho se definió que sería de **120 cm** ya que es la medida mínima que el reglamento permite puesto que el vehículo sólo debe ser operado por un piloto, quedando 30 cm a cada lado, después se analizó el largo definiendo **220 cm** medida mínima de largo, esto se definió por cuestiones de peso, en la altura se decidió **130 cm** de altura máxima por reglamento para que el piloto tuviera el mayor rango de visibilidad posible.

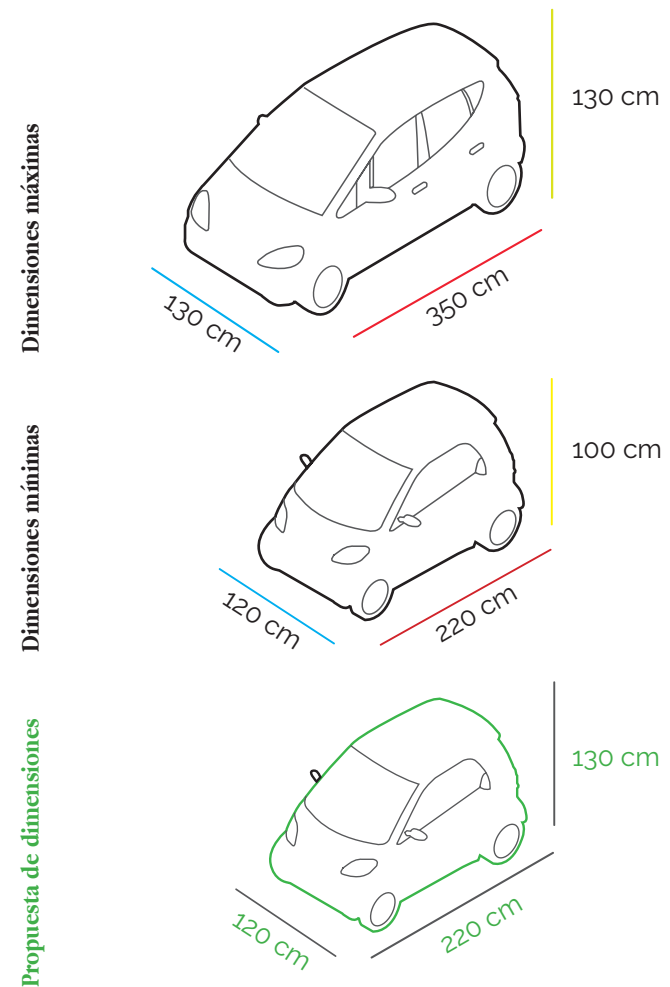
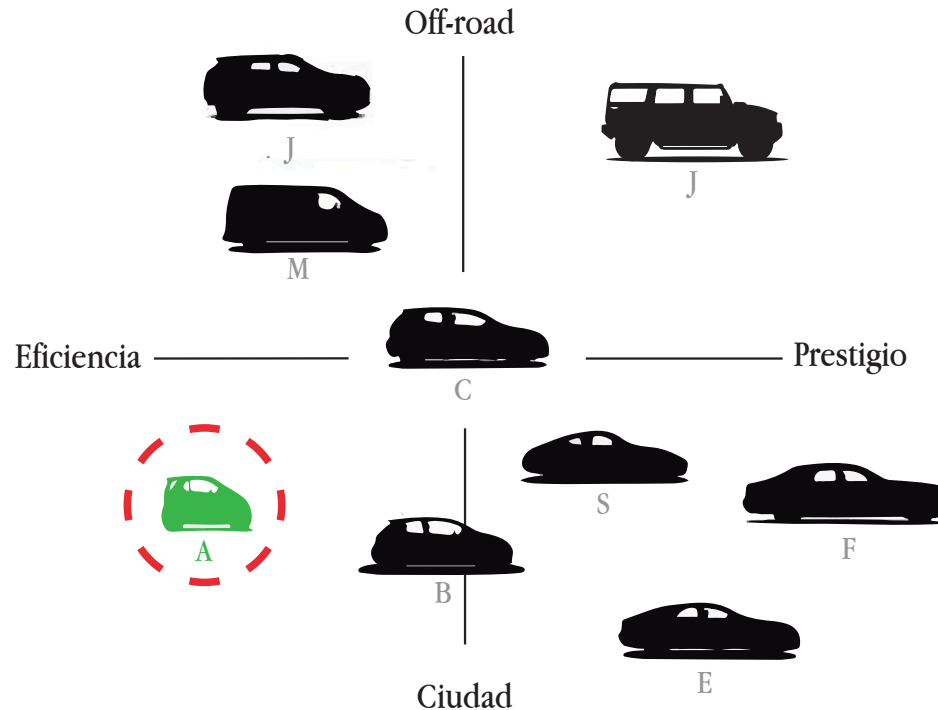


Fig 5. Esquema de dimensiones máximas y mínimas

Fuente: Diseño propio

Fig 6. Esquema de tipos de vehículos y su segmento de mercado

Fuente : rediseño libro H-point



Este primer análisis de las dimensiones generales es acotado con mayor detalle en los capítulos posteriores en la etapa de ergonomía.

Después de haber definido las medidas generales como primer acercamiento del vehículo se procedió a localizar conforme a las medidas del reglamento el ⁵segmento de vehículo que tuviese características similares en medidas a la categoría urban concept, esto con el fin de tener un parámetro de comparativa como ³análogo ya que el objetivo de la competencia es lograr la mayor ²eficiencia energética a

través de un vehículo con una visión urbana, por consiguiente se localizó el segmento de vehículo que se equipara en dimensiones a lo que estipula el reglamento de Shell Eco-marathon el cual es el **segmento A** este segmento también se le conoce como micro-coches, en la actualidad existen una gran variedad de modelos circulando por las ciudades. Este ⁵segmento de vehículo sirvió de comparativa en la etapa de investigación, en capítulos posteriores se hace un análisis más a detalle de estos vehículos y su historia.

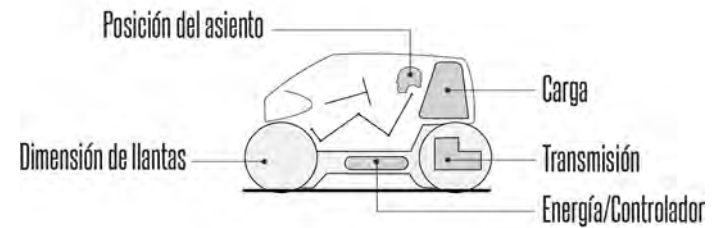
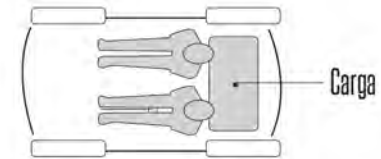
Análisis reglamento / habitáculo

La siguiente fase a analizar fue el 'habitáculo, definiendo habitáculo como el lugar dispuesto para los ocupantes en un vehículo, en esta fase se investigaron los distintos tipos de acomodo dentro de un vehículo.

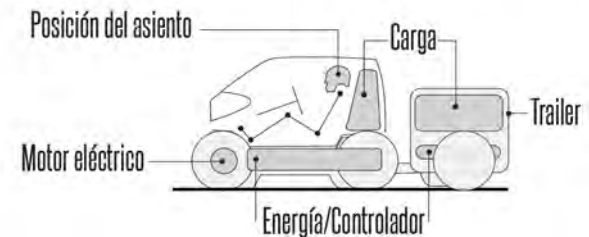
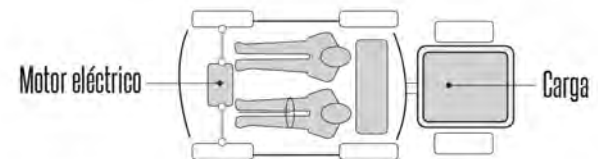
Tomando como punto de partida la fase anterior "dimensiones generales", se continuo con el análisis del reglamento Shell Eco-marathon en donde las medidas máximas y mínimas que el vehículo debe cumplir afectan directamente a la distribución del habitáculo, por consiguiente se hizo una búsqueda de los diferentes tipos de conformación del habitáculo en un vehículo, encontrando en el libro H-point capítulo 3 "*package ideation*" los distintos tipos de distribución de habitáculo en vehículos comerciales. Conforme al análisis realizado previamente a las dimensiones generales se procedió a localizar una distribución que se aproximó a las dimensiones mínimas por reglamento.

Se encontró que la distribución en 7tandem para dos personas, es la ideal conforme a las medidas mínimas ya establecidas, ya que cumple con las especificaciones por reglamento y además favorece la distribución de los componentes eléctricos, esto fue de gran ayuda, ya que es el sistema de propulsión que determinó el equipo de ingeniería y como último aspecto una de las grandes ventajas de la distribución en 7tandem es que abre la oportunidad de diseño para un posible pasajero en la parte trasera del piloto haciendo que el ancho del vehículo sea menor y por consiguiente más esbelto en comparativa con los vehículos comerciales.

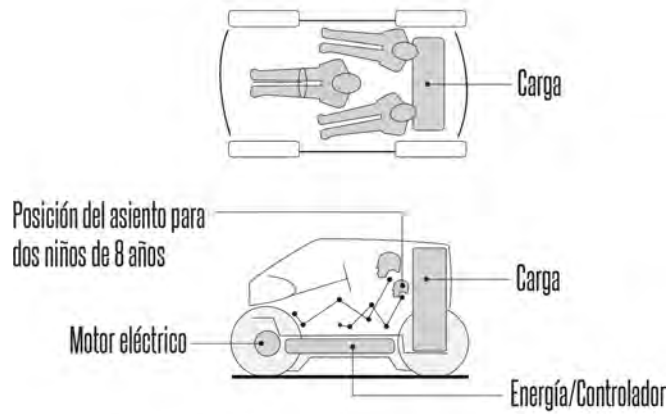
Dos pasajeros



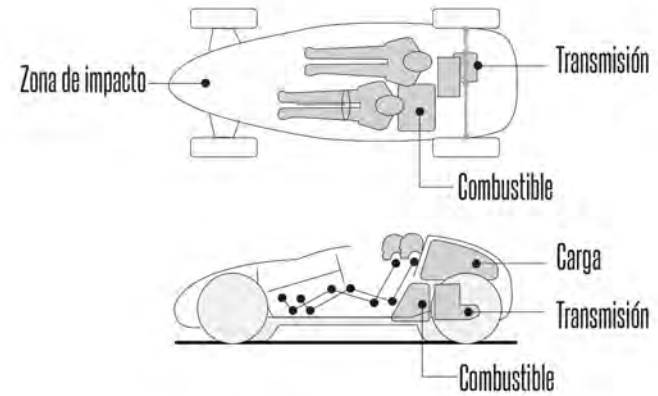
Dos pasajeros + trailer de carga



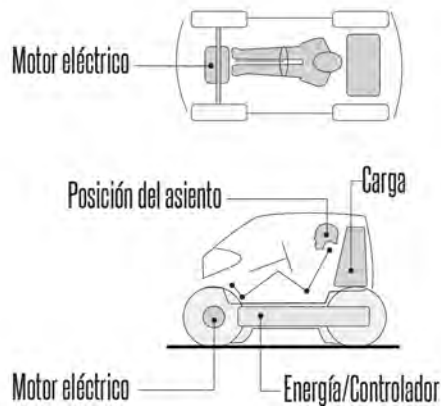
Tres pasajeros (1 adulto + 2 niños)



Dos pasajeros (Escalonado)



Un pasajero



Dos pasajeros (Tandem)

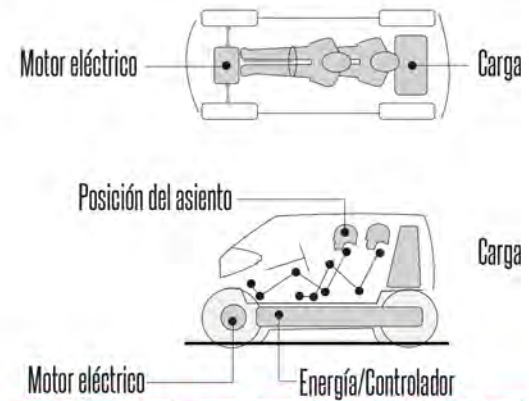


Fig.7. Distribución de habitáculo
Fuente: Libro H-point, Stuart Macey

Package final

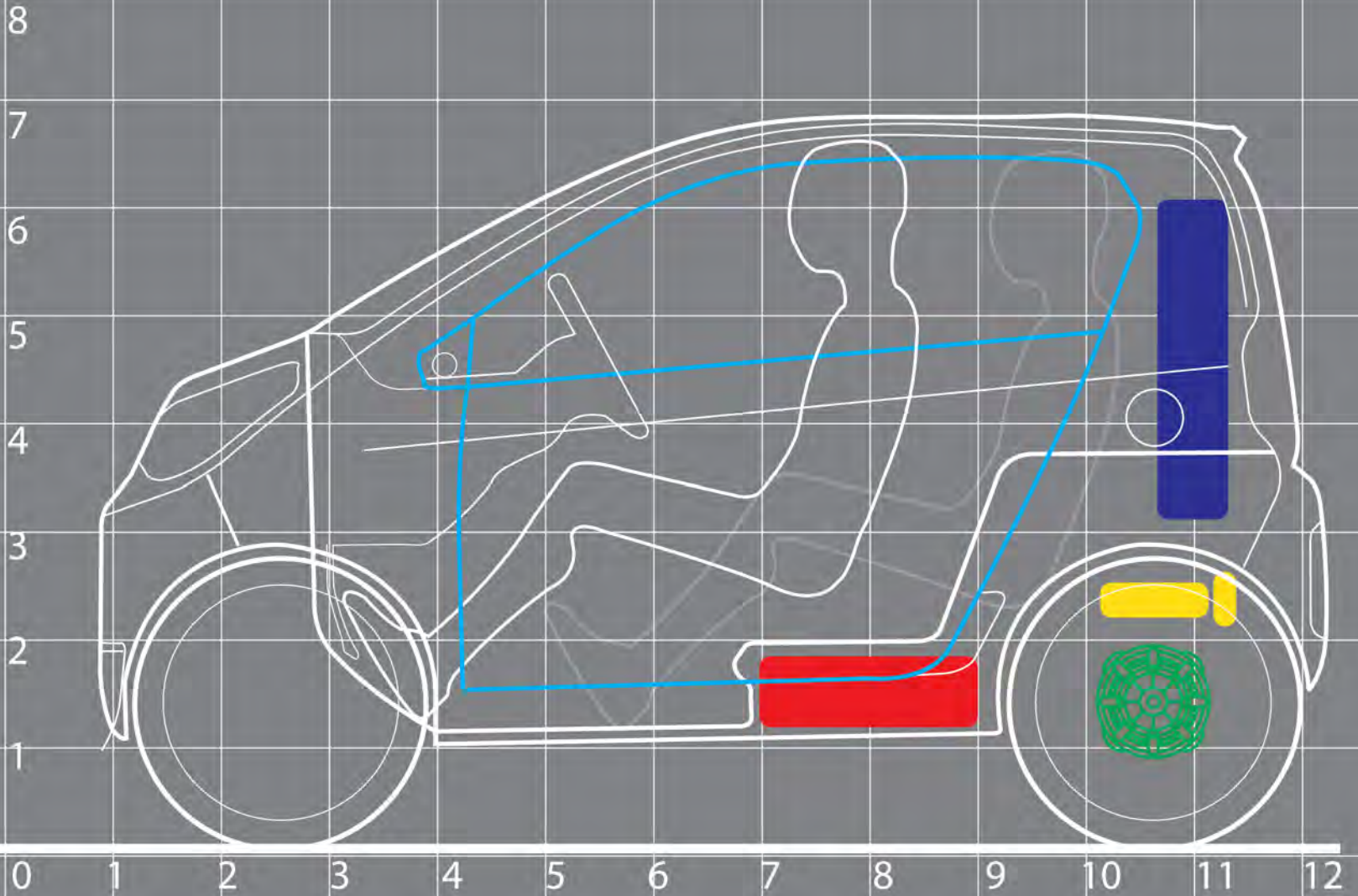
Una vez realizada la investigación de las dimensiones generales que permite el reglamento y de la distribución del habitáculo, se procedió sintetizar dicha información en un package final, esto fue a través de un esquema en donde se representaron las dimensiones ya determinadas en la fase anterior y además se integraron los componentes principales de los sistemas mecánicos y eléctricos representados de forma volumétrica, esto con el objetivo de contemplar dichos elementos desde las primera fases de la investigación, cabe aclarar que si bien no se tenían las dimensiones exactas de los sistemas ni su ubicación dentro del vehículo se llegó a un acuerdo con el equipo de ingeniería respecto de las posibles dimensiones y ubicación de los componentes, al mismo tiempo el planteamiento de este package final cumple con los demás artículos del reglamento de Shell Eco-marathon 2018.

Este package final dio como resultado un paquete de información de dimensiones acotadas a través de un esquema, en donde se integraron de forma volumétrica los componentes principales de los distintos sistemas eléctricos y mecánicos, de igual forma se encontró que la distribución en tandem para dos personas es la ideal conforme a las medidas mínimas ya que cumple con las especificaciones por reglamento y al ser una distribución utilizada en vehículos eléctricos favoreció la disposición de los sistemas último aspecto a puntualizar, es que se reduce el ancho del vehículo al ubicar a un posible pasajero en la parte posterior.

Alto	128 cm
Ancho	120 cm
Largo	230 cm
Distancia entre ejes	150 cm
Ancho de vía	100 cm
Rin	17"
Llanta	R 20/4"
Pasajeros	2
Distancia al suelo	13 cm

- Compartimento baterías
- Área de carga
- Transmisión y motor
- Controlador
- Acceso

Fig 8. Package final Urban Concept 2018
Fuente: Rediseño de package VW Brazil UP



Conclusiones

Cotejando reglamentos analizados en temporadas pasadas de las competencias Baja SAE 2016, Shell Eco-marathon 2015, 2016 y 2017 (categoría prototype), se observó que estos reglamentos establecen limitantes muy específicas referentes a características de seguridad y técnicas de la arquitectura de los vehículos, puesto que alcanzan velocidades mayores a los 30 km por hora, sumado a esto se recomiendan componentes de ciertas marcas o distribuidor que generan un camino muy concreto en donde las áreas de oportunidad para el diseñador industrial están demasiado acotadas, en comparación con el reglamento para la categoría urban concept sucede lo contrario ya que es mucho más ambiguo en ciertos rubros donde se puede tener mayor oportunidad de diseño. Esto, desde nuestro punto de vista es para que se genere una mayor innovación ya que intervienen mucho más factores humanos y técnicos a contemplar ya que es un vehículo concepto de ciudad, con relación al análisis expuesto se determinó el camino a seguir a través de la elaboración de un package final, este conjunto de informaciones fueron las bases en las primeras etapas del proceso de diseño en la etapa de ideación y desarrollo de las propuestas.





Imagen. Competencia Shell Eco-marathon 2016
Fuente: Alex M.G, Shell Corporate

¿Que es un Vehículo Concepto?

En esta parte de la investigación se definió con mayor claridad qué son los vehículos concepto, dado que en el reglamento de Shell Eco-marathon no se da una descripción clara, traducción definición reglamento 2018 urban concept, *La clase urban concept en Shell Eco-marathon es una clase para autos pequeños de ciudad que funcionan con motores de combustión interna o motores electricos. ... Esto significa que los automóviles deben estar equipados con una cabina cerrada, limpiaparabrisas, espacio para equipaje, cuatro ruedas con frenos de disco y una puerta de tamaño razonable.* esta definición es muy técnica, por consiguiente se procedió a indagar **¿qué es un vehículo concepto?**; "los vehículos concepto" son aquellos prototipos que la industria automotriz genera como recursos para explorar nuevas formas, líneas y superficies en sus propuestas de vehículos planteados a futuro, de igual forma sirven para aplicar el desarrollo tecnológico que realiza cada empresa del sector automotriz dentro de sus centros de investigación, esto con el objetivo de crear vehículos prototipos escala 1:1 de forma tangible con materiales que se acerquen a una visión de producción real", el principal objetivo es darlos a conocer en escaparates mundiales tales como la International Geneva Motor Show, Tokyo Motor Show y Frankfurt Motor Show por mencionar algunos de los eventos más importantes en el ambito automotriz, esto con el fin de analizar la reacción del mercado y con ello decidir la factibilidad de su lanzamiento al público.

El punto clave del desarrollo de los vehículos concepto es que es una herramienta experimental en la creación de nuevas propuestas, sirve para marcar nuevas tendencias o generar un cambio en el rumbo de un segmento de vehículo o inclusive de una empresa, por lo general gran parte de los vehículos se quedan en la etapa de prototipo ya que no son viables en su producción, el mercado no esta preparado, la propuesta no fue aceptada o simplemente fueron ejercicios de diseño experimental, la porción de vehículos concepto que logra colocarse en el mercado se enfrenta a una serie de modificaciones y rediseño tales como normativas de seguridad, procesos de producción, costos, tipo de mercado y todos los retos de ingeniería que conlleva para que pueda estar circulando en las ciudades de forma segura, el promedio de tiempo para que un vehículo concepto salga al mercado es de 3 años apartir de la aprobacion por el centro de diseño de cada empresa automotriz, el resto de las propuestas las empresas las destruyen o los resguardan con mucho sigilo ya que la competencia entre empresas para colocar un nuevo vehículo en el mercado es voraz, por ello son considerados secretos industriales.

Página posterior:

Imagen¹: Presentación vehículo concepto Renault, Twizy

Fuente: Frankfurt Motor

Imagen²: Renault Twizy vehículo de producción.

Fuente: Alamy.com

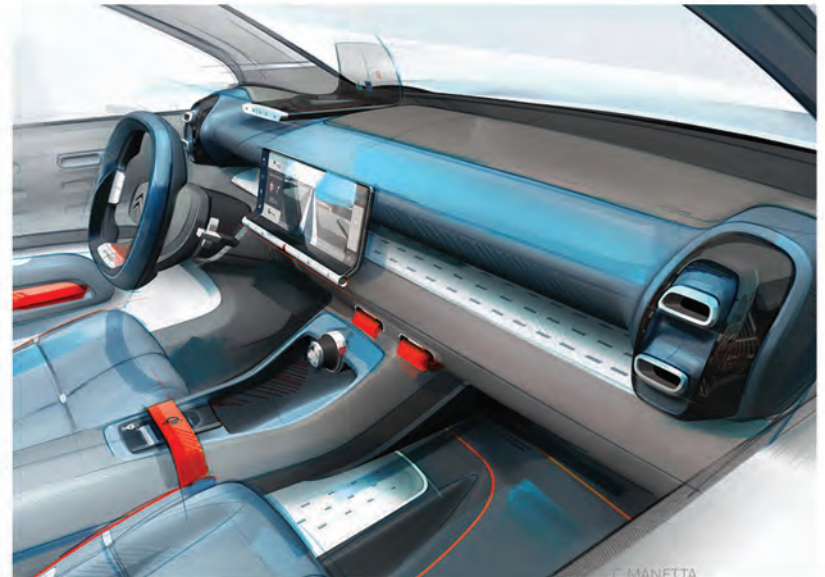
vs



VEHÍCULO CONCEPTO



VEHÍCULO COMERCIAL



Conclusiones

Esta parte del proceso de investigación fue de vital importancia ya que al tener claro los alcances y características de un vehículo concepto el proceso de diseño y desarrollo de las propuestas va a estar delimitado, por consiguiente se tendrá un objetivo claro para los procesos de manufactura del prototipo funcional ya que este proyecto de tesis fue un simulacro de un vehículo urbano, con un presupuesto limitado.



Campeones Shell Eco-marathon 2017

Después de que se analizó a detalle el reglamento de la competencia y de haber puntualizado que es un vehículo concepto se procedió a investigar a los campeones de cada sede de la categoría urban concept propulsión eléctrica de las competencias 2017, los equipos que se investigaron fueron los siguientes:

- Saint Thomas Academy (**Shell eco marathon America**)
- ISEN Toulon (**Shell eco marathon Europa**)
- Lac Hong University (**Shell eco marathon Asia**)

Esto se hizo con el objetivo de comprender las decisiones en diseño e ingeniería que cada equipo tomó en la construcción de sus vehículos, antes de realizar la comparativa entre los equipos campeones se hizo una breve descripción de los principales sistemas que constituyen un vehículo, esto con el fin de tener un acercamiento a las distintas partes de un vehículo y poder realizar la comparativa de forma objetiva.

1. Chassis o Monocasco
2. Suspensión
3. Frenos
4. Dirección
5. Llantas
6. Rines
7. Habitáculo
8. Propulsión

Después de haber definido cada sistema se hizo una comparativa a través de una tabla desglosando cada sistema para así encontrar posibles áreas de oportunidad que ayudaran en la etapa de ideación para la propuesta Urban concept 2018 a realizar.

Cabe destacar que las universidades no muestran por completo las características de sus vehículos y no se han observado físicamente los vehículos de las competencias de Europa y Asia, por consiguiente parte de esta investigación es del análisis de fotografías o videos, en donde se generó una interpretación del por qué de sus soluciones.

Antes de entrar en las definiciones de cada sistema se hizo una breve recopilación de información que describe a cada equipo campeón y los logros que obtuvieron.

Página posterior

Imagen¹: Concepto Urbano, Saint Thomas Academy

Imagen²: Concepto Urbano, Lac Hong University

Imagen³: Concepto Urbano, ISEN Toulon

Fuente: [Flickr.com/Shell-Eco-marathon](https://www.flickr.com/photos/shell-eco-marathon/)



Shell Eco-marathon America /Detroit

Nombre: STA Experimental Vehicle

País: Estados Unidos

Organización: Saint Thomas Academy

Tipo de Institución: Universidad

Categoría: Urban Concept

Energía: Batería eléctrica

Mejor marca: 50.4 Km/Kwh



Shell Eco-marathon Asia/Manila Philippines

Nombre: LH-EST

País: Vietnam

Organización: Lac Hong University

Tipo de Institución: Universidad

Categoría: Urban Concept

Energía: Batería eléctrica

Mejor marca: 107.8 Km/Kwh



Shell Eco-marathon Europa/Rotterdam

Nombre: Solar Car Solution

País: Francia

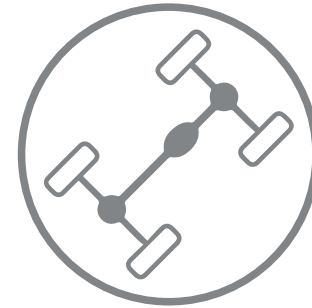
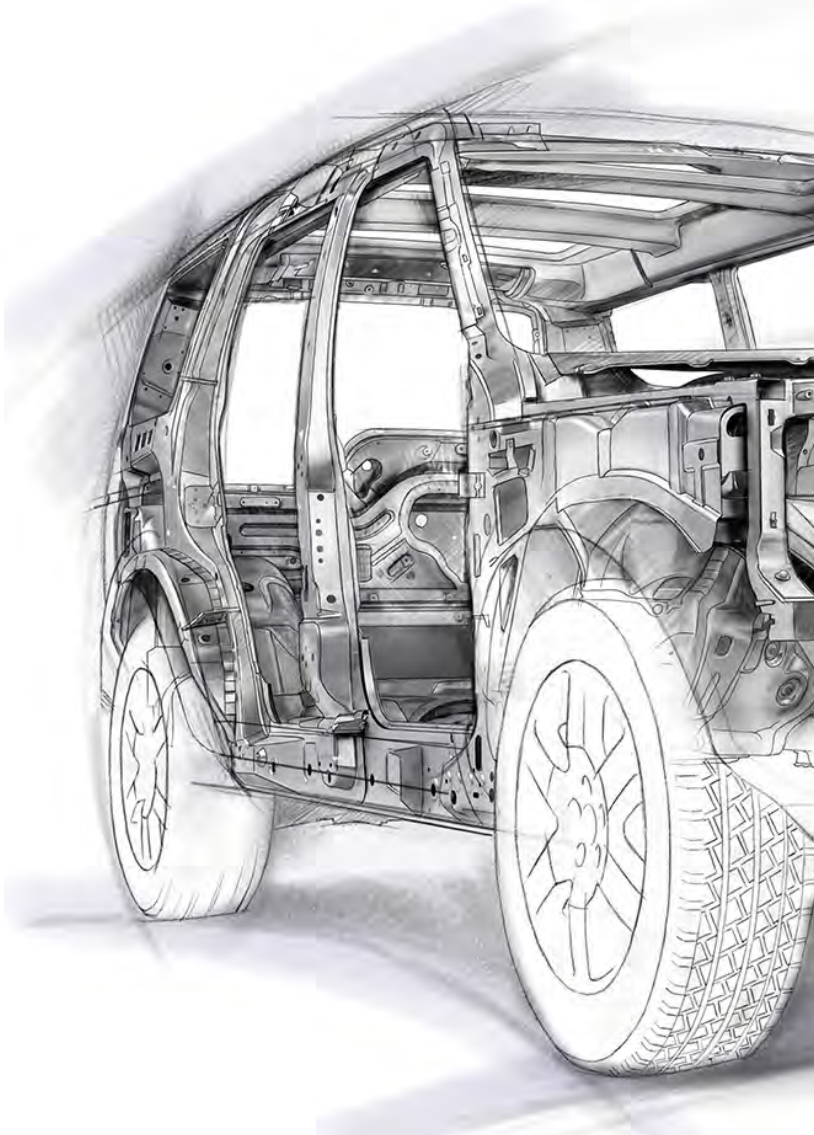
Organización: ISEN Toulon

Tipo de Institución: Universidad

Categoría: Urban Concept

Energía: Batería eléctrica

Mejor marca: 186.9 Km/Kwh

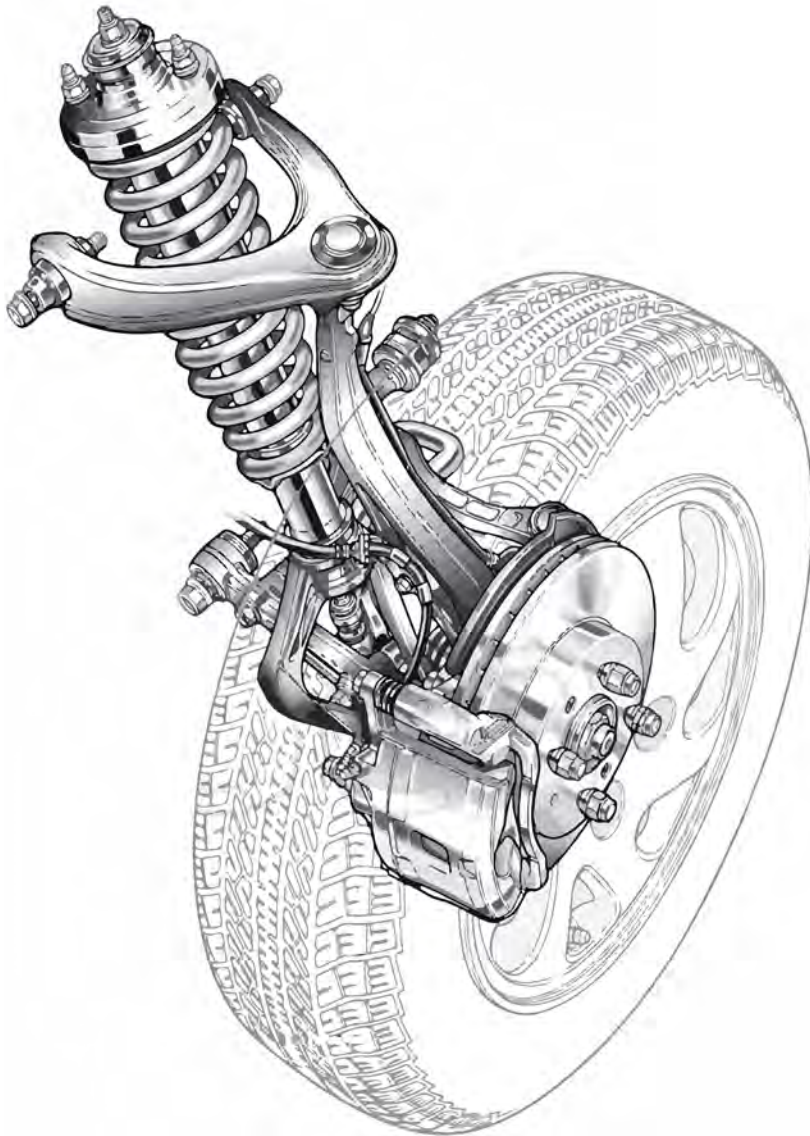


Chasis

Consiste en una estructura interna que sostiene y aporta rigidez y forma a un vehículo u objeto en su construcción y uso, consta de un armazón que se integra entre sí y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo motopropulsor y la suspensión de las ruedas incluyendo la carrocería.

Monocasco

Casco o armazón de una embarcación, o de otro vehículo, que está formado por una sola pieza en el cual se integran todos los elementos principales.



Suspensión

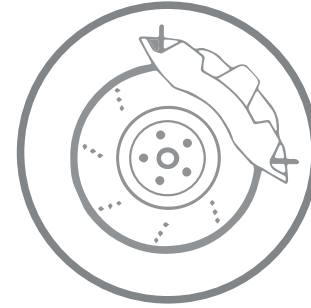
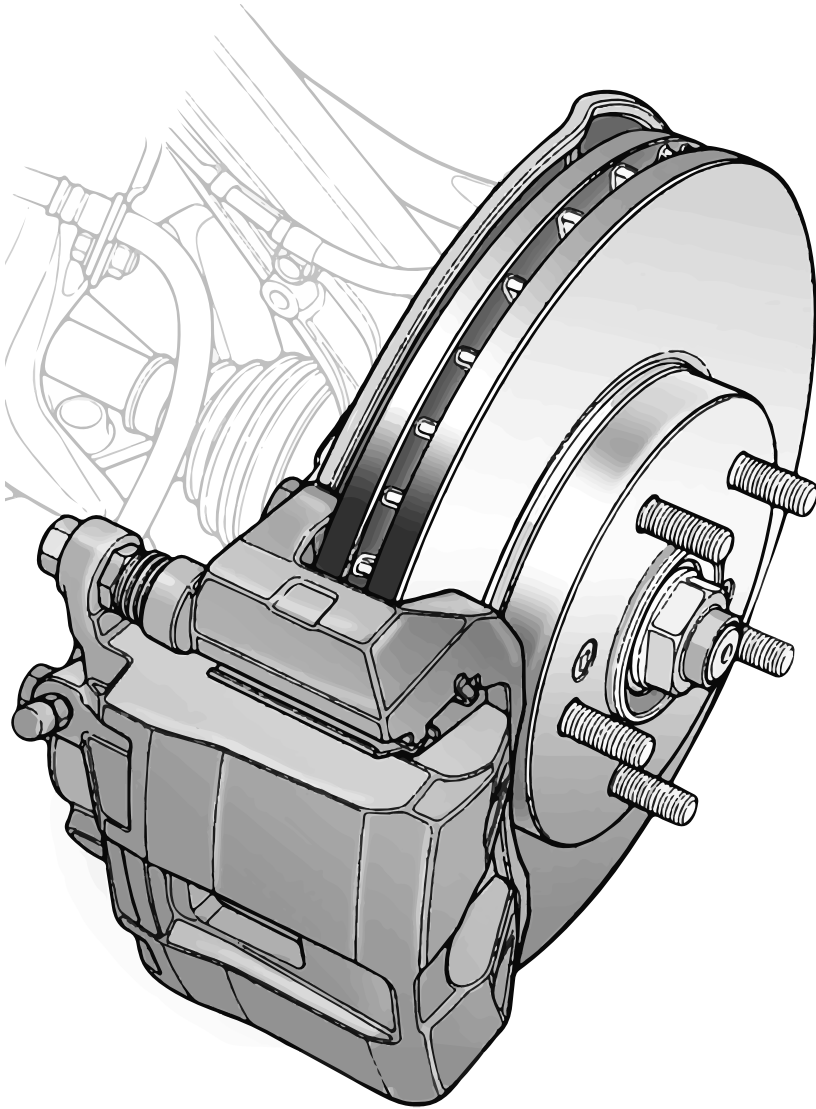
La función del sistema de suspensión de un vehículo es sostener el peso del mismo, absorber las irregularidades del terreno, permitir al conductor dirigir el vehículo de forma eficiente, proporcionando confort y seguridad a sus ocupantes, el principal objetivo de una suspensión es mantener las llantas en contacto todo el tiempo con el asfalto.

Página anterior

Imagen¹: Chasis Jeep

Imagen²: Sistema de suspensión

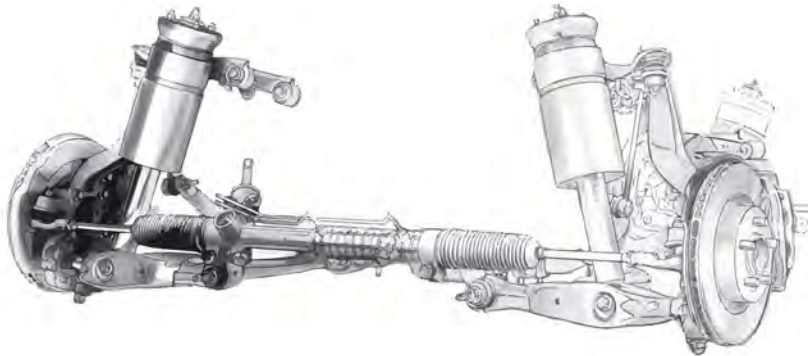
Fuente: Beua and Alan Daniels draw



Sistema de frenos

Un freno es un dispositivo utilizado para detener o disminuir el movimiento de algún cuerpo, generalmente, un eje, árbol o tambor. Los frenos son transformadores de energía, por lo cual pueden ser entendidos como una máquina ya que transforman la energía cinética de un cuerpo en calor o trabajo y en este sentido pueden visualizarse como “extractores“ de energía. A pesar de que los frenos son también máquinas, generalmente se les encuentra en la literatura del diseño como un elemento de máquina y en literaturas de teoría de control pueden encontrarse como actuadores.

Es utilizado en numerosos tipos de máquinas, su aplicación es especialmente importante en los vehículos, como automóviles, trenes, aviones, motocicletas o bicicletas. Es el conjunto de órganos que intervienen en el frenado y que tienen por función disminuir o anular progresivamente la velocidad de un vehículo, estabilizar esta velocidad o mantener el vehículo inmóvil si se encuentra detenido.



Sistema de dirección

El conjunto de mecanismos que componen el sistema de dirección tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor.

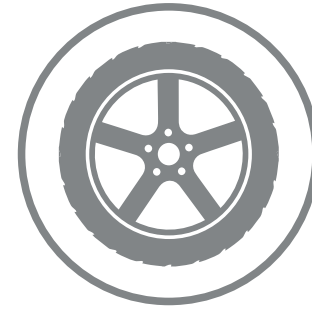
Para que el conductor no tenga que realizar esfuerzo en la orientación de las ruedas (a estas ruedas se las llama "directrices"), el vehículo dispone de un mecanismo desmultiplicador, en los casos simples (coches antiguos), o de servomecanismo de asistencia (en los vehículos actuales).

Página posterior:

Imagen¹: Sistema de frenado

Imagen²: Sistema de dirección

Fuente: Beau and Alan Daniels draw



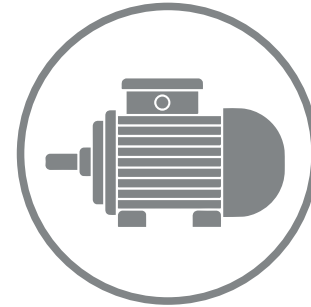
Neumático

El neumático, también denominado cubierta, goma o llanta en América, es una pieza fabricada con un compuesto basado en el caucho que se coloca en la rueda de un vehículo para conferirle adherencia, estabilidad y confort. Constituye el único punto de contacto del vehículo con el suelo, por tanto, del neumático depende en buena medida el comportamiento dinámico del vehículo: es decir, cómo se mueve el vehículo sobre el terreno del neumático depende también en buena parte que la rueda pueda realizar sus funciones principales: tracción, dirección, amortiguación de golpes, estabilidad, soporte de la carga, la característica básica del neumático es la elasticidad que es la responsable de que el neumático pueda soportar grandes esfuerzos.

Rin

Pieza circular de metal de una rueda sobre la que se monta o sujeta la llanta o neumático.





Propulsión eléctrica

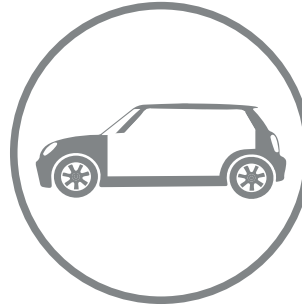
La propulsión eléctrica es aquella en que los propulsores (conjunto de ejes y hélices) son accionados por medio de electromotores que son alimentados mediante baterías de acumuladores o por generadores eléctricos que son movidos por turbinas o por motores diesel.

Página posterior:

Imagen¹: Detalle neumático

Imagen²: Esquema motor eléctrico

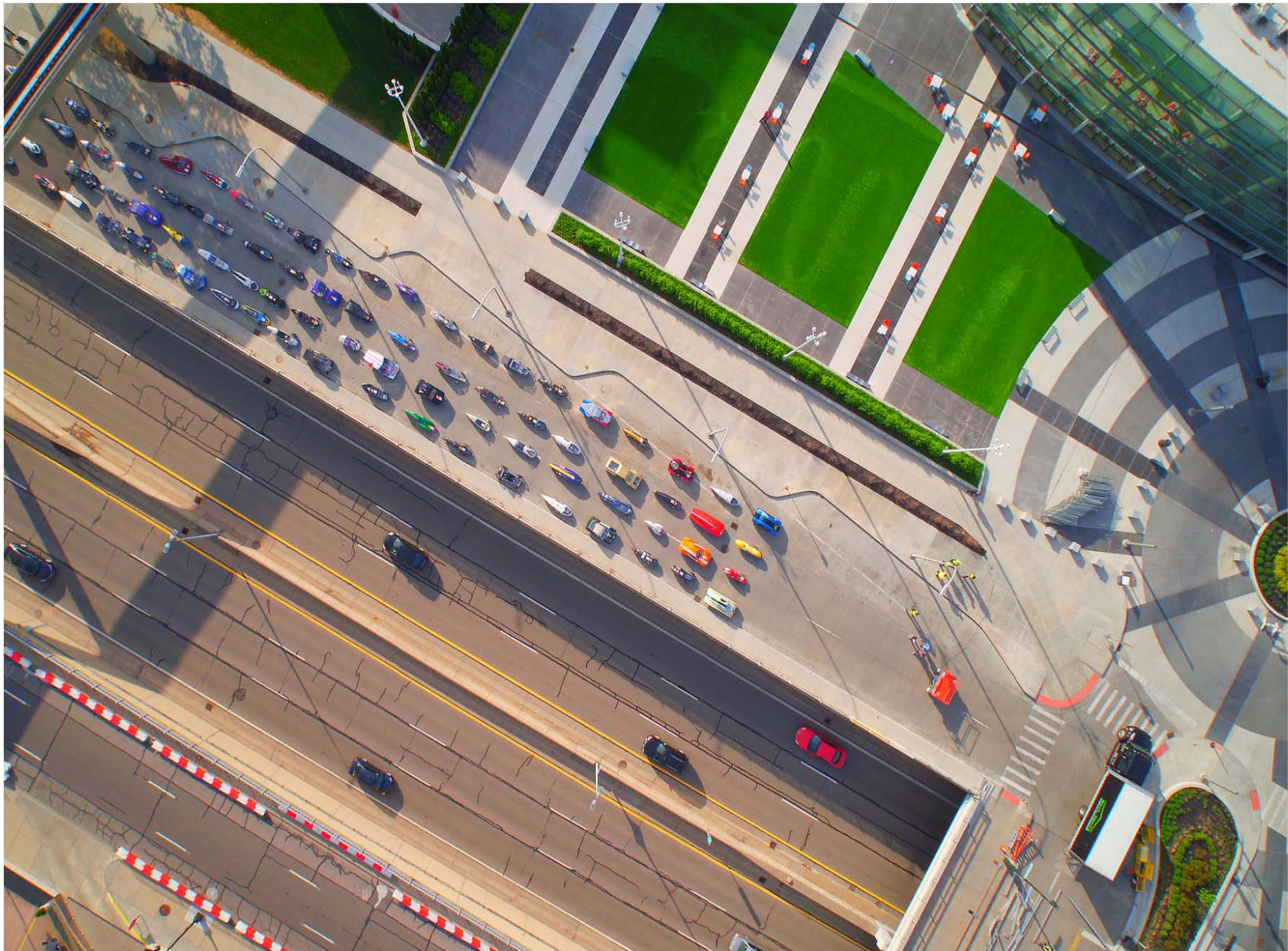
Fuente: *Beau and Alan Daniels draw*



Habitáculo

Parte de la estructura de un automóvil destinada a la conducción y a los pasajeros. El término tiene origen aeronáutico y en un principio, indicaba un espacio bastante restringido reservado únicamente al piloto.







Imagenes: STA Vehicle Fuente: Saint Thomas Academy



Tabla 1
Análisis de los sistemas mecánicos y eléctricos del equipo campeón de la sede América

						
Materiales	Tubular de acero, lámina de honeycomb, fibra de carbono	Amortiguador comercial para bicicleta	Acero y aluminio para los componentes mecánicos y fibra de carbono para el volante	Discos de acero inoxidable, calipers de acero al carbón, consola de pedales en aluminio	Motor eléctrico con transmisión de cadena y catarinas	
Componentes	Chasis híbrido de acero con material compuesto	Amortiguador comercial para bicicleta	Piñón y cremallera comercial, brazos de dirección, Knuckle, volante y rótulas	Líneas de frenos flexibles, consola de pedales, 4 calipers 4 discos de freno y bomba universal	Piezas comerciales de bicicletas y transmisión	
Proceso de fabricación	Maquinado de piezas de unión, soldadura, infusión de fibra de carbono	Amortiguador comercial para bicicleta	Maquinado de piezas para geometría Ackerman y para soportes de la columna de dirección	Piezas comerciales de bicicleta y de motoneta	Piezas comerciales	
Uniones	Uniones mecánicas (tornillos) entre la estructura de acero y la base de material compuesto	Uniones mecánicas a través de tornillos al chasis	Soportes soldados al chasis y uniones entre elementos mecánicos con tornillos	Uniones mecánicas a través de tornillo y remaches	Uniones mecánicas con tornillos	
Anotaciones	Es una estructura poco segura para el conductor	Solo cuenta con suspensión en la parte trasera del vehículo	Dirección directa no se utilizan juntas universales	La elección de piezas comerciales de bicicleta son una opción viable con respecto a peso y precio	Probablemente que maquina de las catarinas de transmisión	



<p>comercial on de s</p>	<p>Acero y aluminio</p>	<p>Fibra de carbono con honeycomb</p>
--	-------------------------	--

<p>erciales para la</p>	<p>Neumático especial Michelin , Aro de aluminio , masa de bicicleta con rayos de acero</p>	<p>Asiento con insertos para sujetar tornillos de cinturones de seguridad</p>
--------------------------------------	---	--

<p>ales</p>	<p>Piezas comerciales</p>	<p>Infusion de materiales compuestos</p>
-------------	---------------------------	---

<p>ecánicas</p>	<p>Uniones mecánicas con tornillos</p>	<p>Uniones mecánicas con tornillos</p>
-----------------	---	---

<p>tuvieron r una s de la</p>	<p>Cubren las llantas con tapas de fibra de carbono</p>	<p>Habitáculo de dimensiones reducidas para un solo usuario (el piloto)</p>
---	---	---



Imagenes: IT-EST Fuente: Lac Hong University



Tabla 2
Análisis de los sistemas mecánicos y eléctricos del equipo campeón de la sede Asia

Materiales	Tubular de acero, piezas de fibra de vidrio	No cuenta con suspensión	Acero y aluminio	Discos de acero inoxidable, calipers de acero al carbon, consola de pedales en acero	Sin registrar	
Componentes	Chasis de acero con carrocería	No cuenta con suspensión	Bieletas, rótulas, brazos de dirección, knuckle y volante	Líneas de frenos flexibles, consola de pedales, 4 calipers 4 discos de freno y 2 bombas	Sin registrar	
Proceso de fabricación	Estructura de acero soldada, moldes de fibra de vidrio	No cuenta con suspensión	Maquinado de piezas para geometría Ackerman y para soportes de la columna de dirección	Piezas comerciales de bicicleta y de motoneta	Sin registrar	
Uniones	Soldadura con uniones mecánicas (tornillos) entre la estructura de acero y la carrocería de fibra de vidrio	No cuenta con suspensión	Soportes soldados al chasis y uniones entre elementos mecánicos con tornillos	Uniones mecánicas a traves de tornillo	Sin registrar	
Anotaciones	Los dobleces del tubo siguen más a una cuestión estética que a un factor de seguridad del chasis	Sin suspensión el chasis absorbe toda las vibraciones del asfalto	Dirección básica para go kart	La elección de piezas comerciales de las bicicletas son un opción viable con respecto a peso y precio	Sin registrar	



ro

Acero

Fibra de carbono con
honeycomb

ro

Neumatico especial
Michelin , Aro de
aluminio , masa de
bicicleta con rayos de
acero

Asiento con insertos
para sujetar tornillos
de cinturones de
seguridad

ro

Piezas comerciales

Infusión de materiales
compuestos

ro

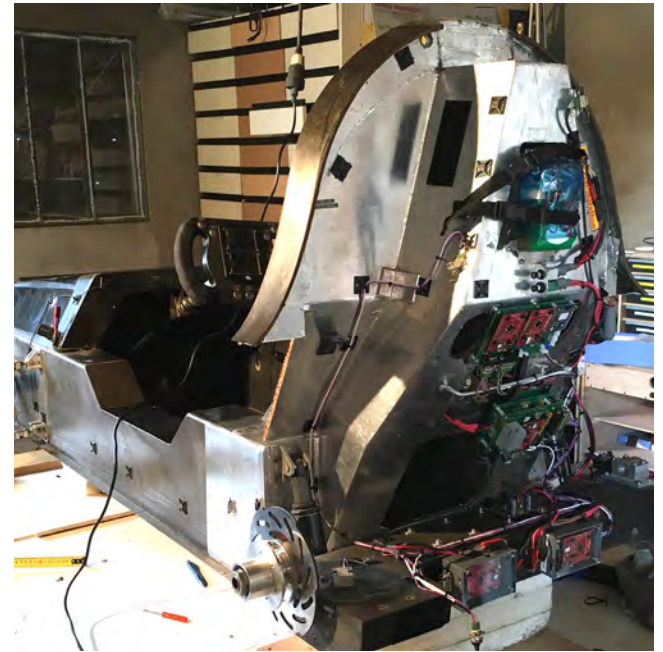
Uniones mecánicas
con tornillos

Uniones mecánicas
con tornillos

ro

Cubren las llantas
con tapas de fibra de
carbono

Habitáculo de dimensiones
reducidas para un solo
usuario (el piloto)



Imágenes: SCS Fuente: ISEN Toulon



Tabla 3
Análisis de los sistemas mecánicos y eléctricos del equipo campeón de la sede Europa

						
Materiales		Honeycomb de aluminio y fibra de carbono	Amortiguador comercial para bicicleta	Acero y aluminio para los componentes mecánicos y fibra de carbono para el volante	Discos de acero inoxidable, calipers de acero al carbono, consola de pedales en aluminio	Motor eléctrico con transmisión de cadena y catarinas
Componentes		Monocasco de fibra de carbono con refuerzos estructurales honeycomb de aluminio	Amortiguador comercial para bicicleta	Piñón y cremallera comercial, brazos de dirección, volante y rótulas	Líneas de frenos flexibles, consola de pedales, 4 calipers 4 discos de freno y bomba universal	Piezas comerciales de bicicletas y transmisión
Proceso de fabricación		Infusión de materiales compuestos	Amortiguador comercial para bicicleta	Maquinado de piezas para geometría Ackerman y para soportes de la columna de dirección	Piezas comerciales de bicicleta y de motoneta	Piezas comerciales
Uniones		Pegmentos epóxicos	Uniones mecánicas a través de tornillos al monocasco	Soportes soldados al chasis y uniones entre elementos mecánicos con tornillos	Uniones mecánicas a través de tornillo y remaches	Uniones mecánicas con tornillos
Anotaciones		Estructura que une todos los sistemas de forma coherente	Suspensión en las 4 llantas	Dirección directa no se utilizan juntas universales	La elección de piezas comerciales de bicicleta son una opción viable con respecto a peso y precio	Probablemente que maquina de las catarinas de transmisión



comercial
on de
s

Acero y aluminio

Fibra de carbono con
honeycomb

erciales
para la

Neumatico especial
Michelin , Aro de
aluminio , masa de
bicicleta con rayos de
acero

Asiento con insertos
para sujetar tornillos
de cinturones de
seguridad

ales

Piezas comerciales

Infusión de materiales
compuestos

ecánicas

Uniones mecánicas
con tornillos

Uniones mecánicas
con tornillos

tuvieron
r una
s de la

Cubren las llantas
con tapas de fibra de
carbono

Habitáculo de dimensiones
reducidas para un solo
usuario (el piloto)

Conclusiones

Citando la introducción de este capítulo , este análisis es un referente como ¹homólogo en la investigación para esta tesis, entender la arquitectura de los vehículos campeones generó un panorama más amplio de las soluciones de ingeniería y diseño, esta información sirvió de guía en el desarrollo de la propuesta para la competencia 2018, este análisis dió como resultado una serie de conclusiones de cada sistema que se enuncian a continuación:



Estructura

El factor clave de decisión entre chasis o monocasco es la relacion peso/costo, es decir, la comparativa entre elegir acero, aluminio o materiales compuestos es el costo del material y sus procesos de manufactura, ya que unos son más especializados que otros y por consiguiente conlleva más tiempo y pasos a elaborar. Como conclusión se considero que se tiene que llegar a un equilibrio entre peso y costo, esto es a través de un planteamiento estructural entre ingeniería y diseño en donde se contemplen todos los sistemas, sus puntos de sujeción y la seguridad del piloto para así lograr una estructura fiable y funcional para la competencia.



Suspensión

A diferencia de lo que se cree los sistemas de suspensión son necesarios por seguridad ya que mantienen a los neumáticos en contacto continuo con el asfalto en terrenos irregulares y mantiene el vehículo estable en curvas pronunciadas. Desde nuestro punto de vista en los vehículos de Shell se utilizan para evitar vibraciones que afecten al piloto en el manejo y en la estructura del vehículo ya que la mayoría de uniones en los vehículos



Dirección

campeones son mecánicas (tornillos o remaches) que junto con las vibraciones podrían sufrir problemas en la sujeción de los demás sistemas. Como conclusión se condisero que sí es necesario un buen sistema de suspensión que brinde seguridad y estabilidad en el manejo, sin importar que los vehículos de Shell de la categoría urban concept alcancen velocidades bajas de entre 30 a 50 km/h siguen siendo elementos dinámicos en donde no se debe de escatimar en factores de seguridad.

Los tipos de dirección analizados en los vehículos campeones de Shell Eco-marathon y por experiencia con los vehículos todo terreno de Baja SAE ESIME Culhuacán, el sistema de dirección debe de ser con piñon-cremallera, es decir piezas comerciales para vehículos, esto es por que no conviene manufacturar este tipo de componentes puesto que es un sistema vital en la seguridad del conductor y de los demás pilotos. Sumado a esto el radio de giro del volante de este tipo de vehículos es muy corto en coparativa con los coches reales de ciudad, por ello un sistema básico de



Frenos

dirección (piñón-cremallera, barra de dirección y rótulas) es suficiente para poder competir en Shell Eco marathon de forma óptima.

Los vehículos de la categoría Urban concept son vehículos sumamente ligeros con un peso máximo por reglamento de 250 kg, ya que son prototipos para una competencia de ²eficiencia energética, por consiguiente no necesitan frenos de vehículos comerciales ya que esos frenos están diseñados para frenar vehículos de entre 1200 kg y 1600 kg, por esta razón los equipos campeones optan por utilizar discos y frenos de bicicleta o de motocicleta, como conclusión el equipo de ingeniería determinó que los frenos que se ocuparían fueran de motoneta tanto disco de freno como calipers y líneas hidráulicas



Neumático y rín

En cuanto a las llantas los vehículos campeones utilizan un modelo en específico para la categoría urban concept de la marca Michelin que comercializa Shell Eco-marathon con propiedades de ultra-rendimiento energético, pero su costo es demasiado elevado para el presupuesto del proyecto, por ende, como conclusión se optó por utilizar llantas de bicicleta Fat Bike rodadura 20x 4" x 100 ya que es el modelo que cumple el reglamento de la competencia. Con relación a los rines se decidió utilizar rines de aluminio con una modificación en las mazas para el sistema del tren-motriz estipulado por el equipo de ingeniería



Motor eléctrico

En este punto el equipo de ingeniería hizo una comparativa de los motores que utilizaron los equipos campeones y los que existen en el mercado, concluyendo utilizar dos motores modelo MY1020 de 48 Volts DC con transmisión independiente en las llantas traseras del vehículo, diseñada y manufacturada por ellos mismos.



Habitáculo

Los hábitaculos de los vehículos campeones siguen una consante que es la reducción de ese espacio al límite poniendo en riesgo al piloto ante una colisión y en un estado de estrés por la poca visibilidad además de la falta de un análisis de ergonomía. Como conclusión se considero que se está perdiendo el objetivo principal de la competencia en la categoría urban concept, que es, diseñar un vehículo de ciudad en donde cualquier usuario pueda hacer uso de este sin ningún inconveniente como sucede en los vehículos comerciales, al reducir tanto el hábitaculo se está diseñando para un solo usuario en específico, cabe resaltar que el reglamento en este aspecto no pone ninguna limitante por ende es una área de oportunidad en la etapa de desarrollo para la propuesta del urban concept 2018.

Segmento A

Después de analizar los vehículos campeones se procedió a realizar la investigación del segmento A (micro-coches), tanto de sus antecedentes como de su visión actual, esto con la finalidad de entender las soluciones de diseño e ingeniería que están actualmente en el mercado, puesto que es el segmento de vehículo que más se asemeja a las características del concepto urbano equivalentes a la competencia Shell Eco-marathon.

Un micro-coche es la clasificación más pequeña del automóvil, generalmente aplicada a los vehículos con las dimensiones más reducidas en el mercado (más pequeños que los coches que habitualmente observamos en la calles de la ciudad). Estos coches pequeños se conocían en sus inicios generalmente como *cyclecars* (utilitario) por las características de los motores que ocupaban de motocicleta hasta la década de 1940. Los modelos más recientes también se llamaban coches burbujas debido a su aspecto en forma de monovolumen.

La definición de un micro-coche ha variado considerablemente en los diferentes países, ya que normalmente hay ventajas fiscales y / o de licencias para la clasificación de estos vehículos, por consiguiente los gobiernos imponen múltiples restricciones, comenzando con el tamaño del motor, altura, anchura y longitud; La definición de Europa dice: "vehículos económicos con tres o cuatro

ruedas, propulsado por motores de gasolina de no más de 700 cc o de propulsión eléctrica de batería que no sobrepasen los 80 km/h. Los vehículos micro-coches a menudo aparecieron como respuesta a estímulos socioeconómicos o como resultado de nuevas oportunidades comerciales resultantes del contexto de la tecnología o de la atracción del mercado dirigida por los consumidores. Para entender el nacimiento de este segmento de vehículos en la vida del sector automotriz hace falta contextualizar el periodo en la historia en el que surgieron.

La industria automotriz suele ser un fiel reflejo del desarrollo industrial y la situación económica de un período en la historia o de un país. Después de la Segunda Guerra Mundial los países de Europa se encontraban en crisis y requerían de un estímulo a su economía. Debido a esto el desarrollo industrial fue un punto clave en el renacimiento de Europa, en específico en el sector de la aviación y la industria automotriz, este repunte empezó en 1950 y logró su cúspide a mediados de los años sesenta. Dentro de los sectores que apoyaron este crecimiento fue la industria para el transporte tanto en el desarrollo de motocicletas como en el desarrollo de micro-coches, mismos que tenían características mínimas en materiales y en procesos de producción, tratando de ahorrar la mayor cantidad de recursos, con ello buscaban generar un vehículo accesible para el sector obrero a un bajo costo, con una manufactura simple y eficaz.

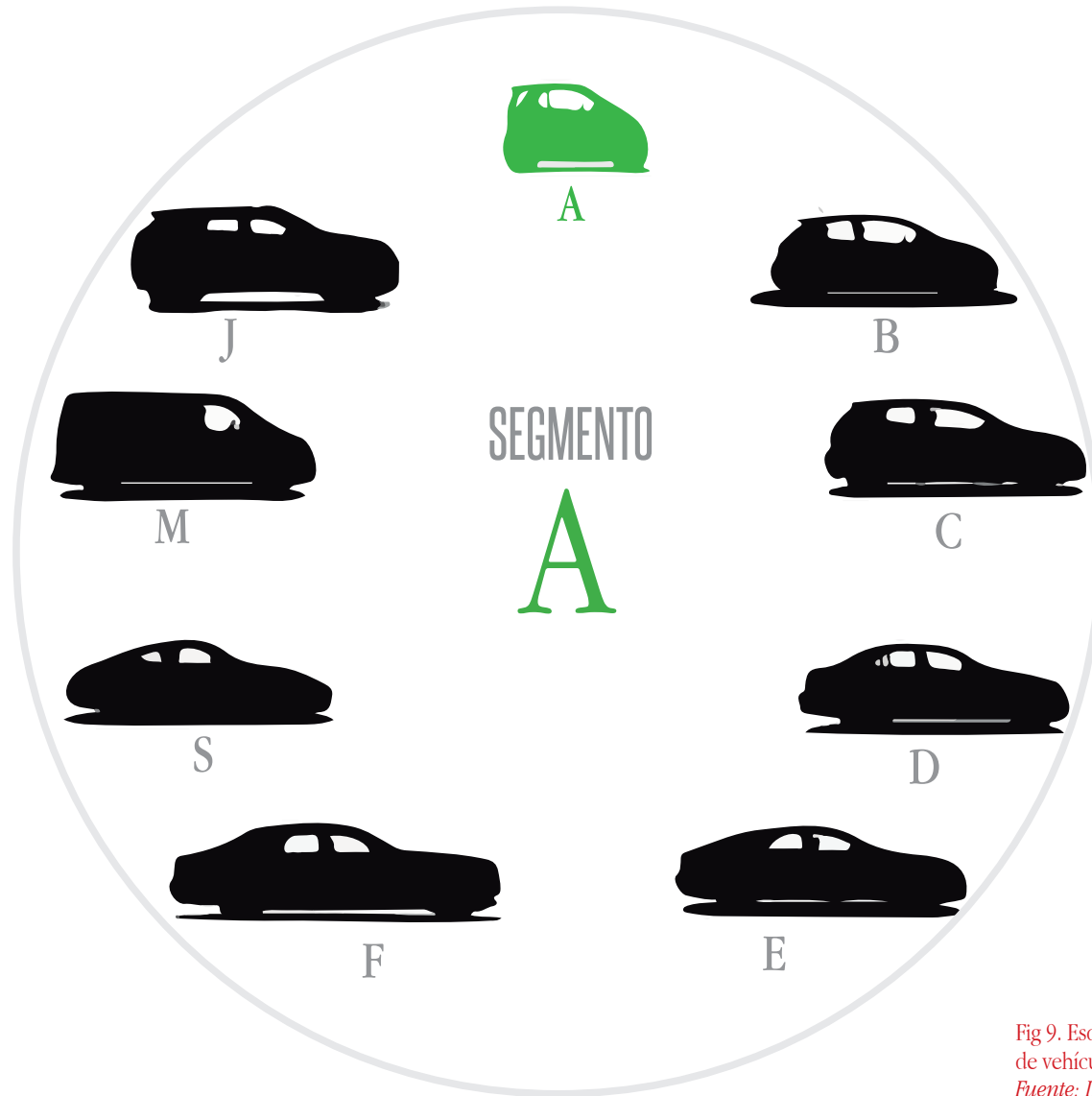


Fig 9. Esquema segmentos de mercado de vehículos en el mercado
Fuente: *Diseño propio*

Micro-Coches (Europa)

Retomando el inicio de los micro coches en Europa, donde los países de este continente se encontraban en recuperación de una gran guerra, ellos necesitaban cualquier tipo de estímulo económico para salir adelante. Esto fue en países como España o Italia principalmente. Fue en la época de la posguerra donde surge el florecimiento de los microcoches. Pequeños vehículos que trataban de situarse en un escalafón de precio ligeramente superior al de una motocicleta, pero claramente por debajo de un coche turismo (Sedán).

El Biscuter o el Isetta fueron éxitos inmediatos que movilizaron países enteros, antes de que el creciente músculo

adquisitivo de las clases obreras les permitiera subir de escalón y empezar a movilizarse de manera masiva con los Volkswagen sedan, Fiat 500, MiniCooper y SEAT 600.

El volkswagen fue el primer micro-coche producido en serie en donde se empleó desarrollo tecnológico y diseño, consecuencia del progreso conseguido en la Segunda Guerra Mundial, después en la posguerra lo vehículos redujeron su tamaño a dos plazas debido a la escases de piezas y materia prima, resultado de una industria reconstuyendose. La mayoría de componentes del micro-coche biscutter y del BMW Isseta son refacciones de motocicletas y algunas piezas que

VOLKSWAGEN Sedan

1938



Biscuter

1940



BMW Isetta

1953



inclusive fueron diseñadas para aviones (molduras, espejos, luces), conforme fue avanzando el crecimiento de Europa los procesos de manufactura se fueron especializando, el desarrollo tecnológico y el restablecimiento de materia prima se estabilizó, esto dio lugar a hacer coches ligeramente más amplios de 4 plazas con motores más potentes y con puertas laterales, un claro ejemplo de este avance fue el fiat 500, el SEAT 600 y el MINI Cooper, después de este gran paso Europa volteó a ver lo que sucedía en los Estados Unidos, en ese momento la Unión Americana estableció en su país "el estado de bienestar" aumentado el poder adquisitivo

de su población generando una nueva forma de vida que se basaba en el consumismo, el sector automotriz fue clave en esta etapa, los nuevos vehículos eran de gran tamaño tanto en motores como en espacio, una frase que puede sintetizar esta etapa en la historia de Estados Unidos es la de "El poder Americano". Los vehículos incluían lujos y toda clase de accesorios, sumado a esto el movimiento del styling ayudó a generar una nueva forma de percibir los vehículos y el status que los mismos generaban, Europa siguió estos lineamientos de diseño, aumentando sus vehículos en tamaño, potencia y consumo, a diferencia de lo que sucedió en Japón.

FIAT 500
1956



SEAT 600
1957



MINI COOPER
1965



Micro-Coches (Japón)

En Japón, en contraparte, todo funcionó de una manera distinta, tras la Segunda Guerra Mundial, el gobierno nipón incentivó, tal y como se hizo en Europa, la producción de micro-coches con los que movilizar a su pueblo.

Con esta disposición nacería una legislación específica, los conocidos Kei Cars, *keijid sha*, coches diminutos que se amparaban a regulaciones que les permitían tener tratos especiales en ambitos fiscales, a nivel de seguros, y al momento de comercializarse con precios realmente bajos, la gran diferencia que se citó en el caso de Europa fue que mientras

en occidente rápidamente se dio el gran salto “a los coches de verdad” vehículos de mayores dimensiones y potencia, Japón mantuvo su apuesta por los coches “miniaturizados”.

¿Por qué? Bueno, hay muchas razones de fondo, para empezar, la gran densidad de población de Tokio, principal ciudad Nipona, requería emplear los coches más pequeños posibles por el espacio de su territorio, de igual forma las legislaciones se han mantenido y han evolucionado.

En Japón el problema del aparcamiento es tal que no puedes adquirir un coche nuevo si no es con una plaza

HONDA N360
1967



MITSUBISHI Minica
1962



MAZDA R60
1963



de aparcamiento asociada, los Kei Cars no tienen esta problemática, ya que están exentos de tener que comprar una matrícula de aparcamiento, sumado a esto sus precios son muy bajos, en otras palabras son económicos de mantener tanto en el consumo de combustibles, como de asegurar, mantener y reparar. El éxito de los kei Cars también tuvo que ver directamente con la gran variedad de vehículos que se ofrecían al mercado Nipón, a diferencia de Europa que se concentró sólo en vehículos clase turismo (Sedán), Japón optó por fabricar vehículos compactos para las

diferentes necesidades de su población, un ejemplo de ello fue la camioneta de trabajo HONDA T360 que ayudó aun más a la clase obrera en los tiempos de la posguerra. Otro claro ejemplo es la mini van SUZULIGHT modelo IV20, que se pensó para una familia completa algo nuevo en relación a los micro coches diseñados en Europa, a pesar de los años Japón sigue apostando por los vehículos miniaturizados como opción en la movilidad de sus pobladores en sus ciudades siendo el único país con esta cultura y forma de vida, hoy en día este segmento de vehículos esta tomando gran fuerza en todo el mundo.

HONDA T360
1963



SUBARU 360
1967



SUZULIGHT IV20
1969



Actualidad del segmento A

Después de haber analizado la historia y las características de los micro-coches tocó indagar que esta pasando en la actualidad en relación a este segmento de vehículos.

Los micro-coches son un segmento de vehículos que esta resurgiendo, esto se debe a diferentes factores, los principales son el aumento en los precios de los combustibles, el problema del aparcamiento en las zonas principales de las ciudades y el cambio de paradigma del uso del vehículo como medio de transporte, trasladarse del punto A al punto B de forma más eficiente, con la palabra "eficiente" me refiero a realmente cumplir con la función de traslado, esto es con el menor consumo de energía, cumpliendo con las características básicas de un traslado, que son, de forma óptima y segura, dejando atrás los lujos y espacios innecesarios, hoy en día es fácil ver personas trasladándose en camionetas 4x4 de forma individual.

Este cambio de visión empezó en el 2008 con Mercedes Benz cuando diseño el micro-coche con más éxito en los últimos años, el Smart Two for Two por su abreviatura en inglés (Micro Compact Car Swatch-Mercedes Art), vehículo que fue referente en cambiar la idea de los vehículos miniaturizados, y cito cambiar de forma de pensar ya que estos vehículos tan pequeños en sus inicios 1940 después de la posguerra tenían fama de ser vehículos inseguros, nombrados por algunas personas en Europa como ataúdes, y en efecto en esa época lo que realmente importaba era generar vehículos de bajo

costo que pudieran mover a una población escasa de recursos recuperándose de una guerra, sumado a esto en esa época no existía ninguna normativa para regular el diseño e ingeniería ante colisiones, por consiguiente, este factor pasó a segundo plano en ese momento, con el transcurso de los años la industria automotriz fue generando todo tipo de tecnologías con el fin de crear vehículos más seguros, en un inicio con el cinturón de seguridad en 1959, el sistema de bolsas de aire en 1968, hasta hoy en día con sistemas de frenos ABS, sensores de colisión, estructuras deformables por segmento incorporadas al chasis que disipa la mayor cantidad del impacto ante un choque etc, como resultante se crearon normas de seguridad y ante la creación de estas normas se requirió un instrumento evaluador, este mecanismo de evaluación esta a cargo de la firma Global NCAP su función es la de realizar pruebas, simulando todo tipo de choques y después generar una calificación, esto con dos objetivos, el primero es dar una retroalimentación a las empresas diseñadoras de vehículos, para así realizar posibles ajustes en su diseño, si es que los necesitará antes de la etapa de producción en serie, el segundo objetivo es dar un informe completo a los consumidores ya que es un factor de decisión de compra para el mercado.

Retomando el ejemplo del SMART, Mercedes Benz logro crear uno de los vehículos más seguros en el mercado, obteniendo la mayor puntuación ante una colisión en los



vehículos del segmento A (micro-coche), con estos resultados abrumadores en seguridad el mercado empezó a voltear a ver al vehículo SMART como una opción de movilidad fiable.

Del revuelo ocasionado por Mercedes Benz en la Geneva Motor Shows de 2009 y del éxito en el mercado las demás empresas automotrices iniciaron una carrera por tratar de llenar ese nuevo nicho de mercado con sus propios modelos

de micro-coches, originando un cambio de paradigma sobre los vehículos de dimensiones pequeñas, en consecuencia se generó una transformación en su estética, normas, avances tecnológicos y una nueva visión de la movilidad en las grandes urbes a través de vehículos con dimensiones pequeñas.

Imagen: Test crash frontal SMART 2009

Fuente: NCAP-Europe



Imagen: Nuevo micro-coche Renault Twizy 2011
Fuente: Renault Euro-drive



Imagen: Presentación SEAT MINIMO, Geneva Motor Show 2019
Fuente: CarBody Design

Conclusiones

Como se observó en la investigación los micro-coches se han mantenido dentro del mercado automotriz a pesar de los años con sus altibajos, su renacimiento fue gracias a los avances tecnológicos en seguridad, al cambio de paradigma en relación a la manera en que nos transportamos hoy en día y a las nuevas necesidades de espacio en las ciudades, fue de vital importancia entender su historia y la situación actual de este segmento para concluir que este segmento de mercado tiene un gran potencial prospectivo ya que las poblaciones y ciudades van a seguir creciendo y por consiguiente van a requerir de este tipo de vehículos por su eficiencia y aprovechamiento de espacio.

Shell Eco-marathon es una gran plataforma de investigación para el diseño y creación de este tipo de propuesta conceptuales de vehículos, con esto quiero decir que con el desarrollo de los vehículos en la categoría urban concept hay un gran potencial en desarrollo tecnológico y de propuestas de nuevos micro-coches para un futuro cercano.

Tecnología

En este capítulo se profundizo en uno de los temas de mayor relevancia para el desarrollo de este proyecto: La tecnología. Dicha palabra abarca un sinfin de campos, por consiguiente este capítulo se enfoco a tecnologías aplicadas en los vehículos eléctricos, esto con el propósito de entender como funcionan los vehículos eléctricos y cuál sería el camino a tomar para el desarrollo de la propuesta en la fase de ideación de esta tesis en cuanto a diseño.

Estos conocimientos proporcionaron información relevante para la configuración de la propuesta, dado que el diseño del interior como del exterior interactúan directamente con los componentes mecánicos y eléctricos a través del usuario, por otra parte se analizaron los materiales que se utilizan en el desarrollo de esta tipo de vehículos, ya que el objetivo fue llegar a un prototipo funcional que pudo competir en Shell Eco marathon 2018.

En capítulos anteriores se analizarón los sistemas de los vehículos campeones en la categoría urban concept propulsión eléctrica de Shell Eco-marathon 2017 (Europa, Asia y America) de forma muy breve ya que el análisis partió de imágenes, videos e información recabada en competencias pasadas, con esto quiero decir que esa información era una visión limitada del basto mundo de la tecnología en los vehículos eléctricos,





Imagen: Chasis SMART for TWO
Fuente: Benz Insider

por consiguiente en esta fase la investigación se realizó con datos concisos de vehículos eléctricos que se encuentran en el mercado, esto con la finalidad de comprender las tecnologías aplicadas al día de hoy.

Se dividió al vehículo eléctrico en 5 sistemas, esta forma de clasificar fue tomada del manual "*Basic of Electric Vehicles Design & Function*" (diseño básico y función de vehículos eléctricos) de la empresa automotriz Volkswagen en donde describe y analiza de forma acertada cada sistema.

Los sistemas de accionamiento de un vehículo eléctrico son los siguientes:

1. • Batería de alta tensión con unidad de control para la regulación de la batería y el cargador
2. • Motor / generador eléctrico con control electrónico (electrónica de potencia) y sistema de refrigeración
3. • Transmisión que incluye el diferencial
4. • Sistema de frenos
5. • Aire acondicionado de alta tensión para control de clima interior del vehículo.

A continuación se analizaron los diferentes componentes que constituyen cada uno de estos sistemas:

Componentes

Después de categorizar los sistemas básicos de un vehículo eléctrico se pasó a analizar cada componente de los sistemas, para así tener una visión total del funcionamiento de lo que es un vehículo eléctrico, esto se hizo con el fin de entender cómo interactúan los sistemas, su ubicación dentro del vehículo, el porqué de los espacios que se deben de contemplar en la etapa de diseño, en pocas palabras, comprender la arquitectura del vehículo eléctrico en su totalidad.

Los componentes son los siguientes:

- 1.- Motor eléctrico/generador
- 2.- Transmisión
- 3.- Electrónica de potencia
- 4.- Líneas de alto voltaje
- 5.-Baterías de alto voltaje
- 6.-Unidad de control para regulación de la batería
- 7.-Unidad de enfriamiento
- 8.-Frenos
- 9.-Compresor de aire acondicionado de alta tensión
- 10.-Calefacción de alto voltaje
- 11.-Cargador de batería
- 12.-Contacto de carga para recarga externa
- 13.-Fuente de carga externa

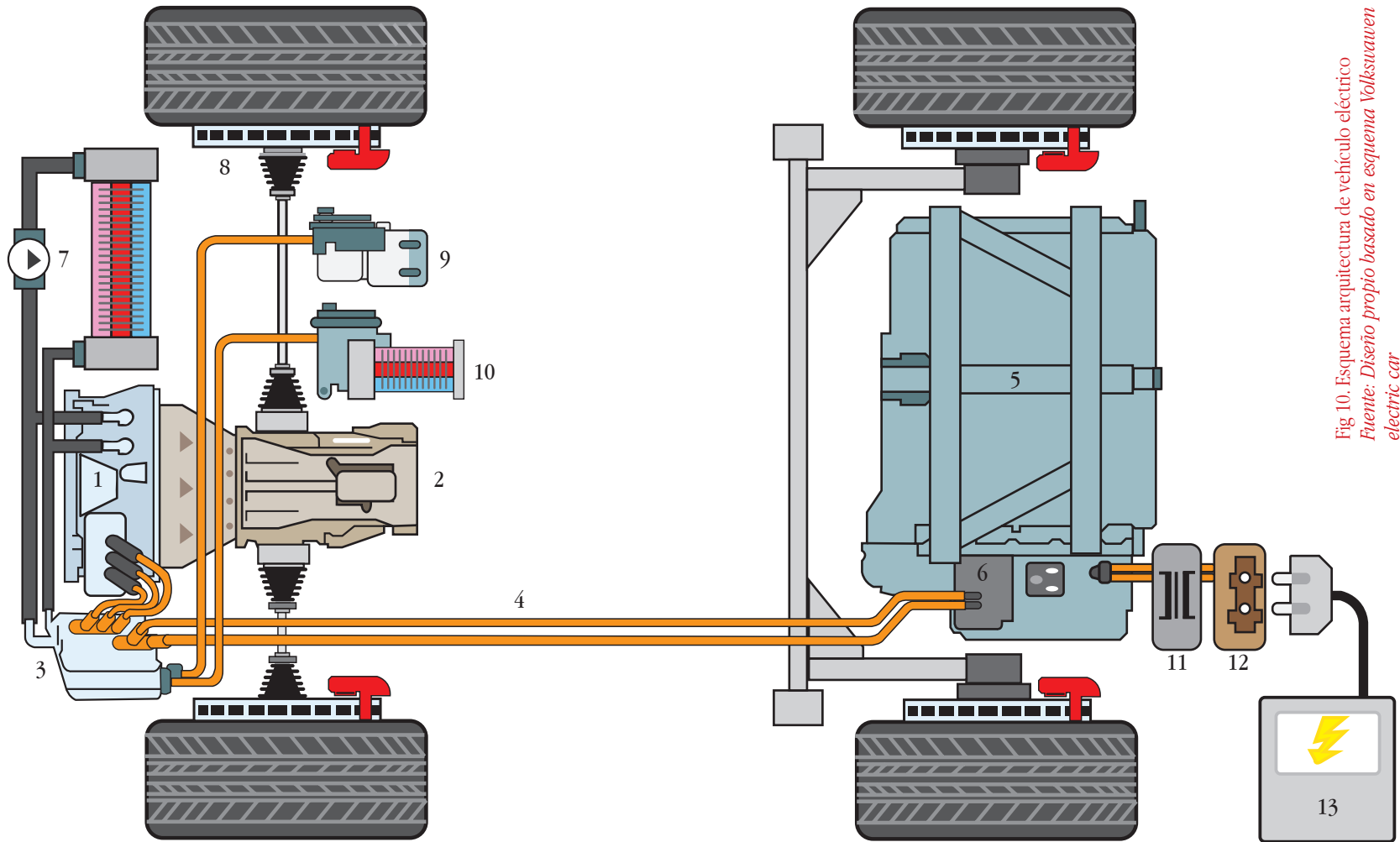


Fig 10. Esquema arquitectura de vehículo eléctrico
Fuente: *Diseño propio basado en esquema Volkswagen electric car*

Motor eléctrico/generador

¿Qué es un motor eléctrico?

Es un dispositivo que funciona con ⁹corriente alterna o ¹⁰corriente directa que se encarga de convertir la energía eléctrica en movimiento o energía mecánica.

¿Qué principio lo rige?

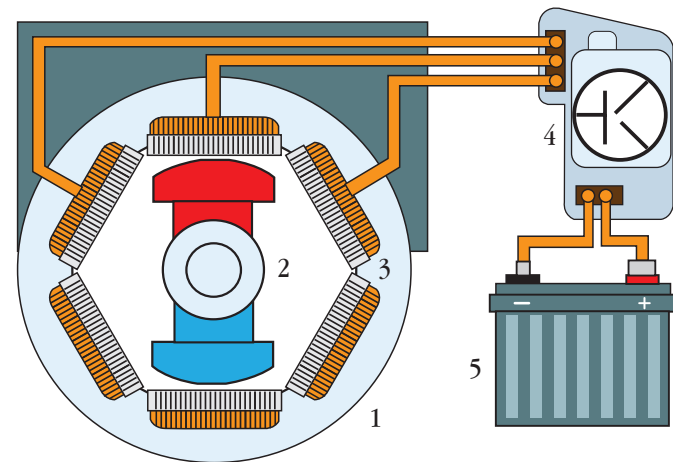
Los motores se basan en el principio del magnetismo, según este en función de cómo se sitúen los polos de un imán, éstos se atraen o se rechazan (recordemos aquellas nociones básicas de polaridad que indican que “los polos opuestos se atraen” y “los polos iguales se repelen”), generando movimiento. En los motores, la electricidad crea campos magnéticos opuestos entre sí, que provocan que la parte giratoria de éste (el rotor) se mueva. A grandes rasgos, podemos decir que donde exista electricidad habrá magnetismo, y que la polaridad de un objeto se puede alterar haciendo circular electricidad en una u otra dirección a su alrededor.

¿Cómo se genera movimiento en un motor eléctrico?

El motor eléctrico tiene una parte que se mantiene quieta, llamada estator, compuesta de dos imanes fijos, con polaridad positiva y negativa, por lo general el estator envuelve al rotor.

El rotor es la parte giratoria del motor, dentro de éste, hay dos cableados, que se llaman bobinas. Cada una se encuentra en un extremo una serie de imanes permanentes genera un campo magnético de la bobina, que se opone a la parte estática del motor cada vez que la electricidad recorre el

cable, los lados del rotor consiguen una polaridad diferente, la acción repelente de los polos opuestos se traduce en que el rotor empiece a girar dentro del estator, para que el motor no se detenga (lo que ocurriría cuando los polos se alinearan), se invierte la polaridad del electroimán (la parte negativa pasa a positiva, y la positiva a negativa, por lo que el mecanismo vuelve a girar). Según como se realice este proceso, estamos ante uno u otro tipo de motor eléctrico, existen dos tipos de motores:



Motor eléctrico/generador (1) Rotor (2) Estator (3)
Electrónica de potencia (4) Batería de alto voltaje (5)

Después de haber descrito las características y el funcionamiento de los motores eléctricos se tuvo que contextualizar la situación que existe hoy en día ~~vs~~ los motores de combustión interna en la industria automotriz, sus ventajas y desventajas, por esto se hizo una breve comparativa entre estos dos tipos de motores como conclusión a este tema. La era de los motores a combustión interna cada vez se acerca a su fin ya que la eficiencia de estos motores esta en su punto máximo de desarrollo tecnológico, ofreciendo un 40% de rendimiento en energía mecánica y el 60% restante de energía se disipa en forma de calor, es decir se desaprovecha, estos datos se tomaron del motor con mayor rendimiento en el mercado en 2018, que es, el motor de la compañía Ford modelo EcoBoost, con esta situación las compañías han optado por voltear a ver a las tecnologías de los motores eléctricos ya que su rendimiento es de un 87% aproximadamente y un 13% de energía que se disipa en calor, estos datos fueron tomados del vehículo eléctrico con mayor rendimiento en el mercado que es el Modelo S de la compañía Tesla, esta diferencia de rendimiento es significativa y por lo tanto es la nueva tendencia a seguir en la evolución de los vehículos y de la movilidad urbana.

En consecuencia podemos decir que los motores eléctricos tienen un mayor rendimiento y son una opción de bajo mantenimiento al tener menos piezas y no requerir tantos elementos para funcionar. A continuación se mencionan las principales características:

- Los motores eléctricos no generan emisiones de CO₂ en su uso, por consiguiente no generan ruido ya que funcionan sin una cámara de explosión.
- Tienen una respuesta rápida en aceleración y un alto nivel de eficiencia.
- No se requiere transmisión para ir en reversas, solo con invertir los polos de los electroimanes del motor cambia el sentido del movimiento de la flecha.
- No se requiere un motor de arranque o de marcha (Pre arranque)
- Menos piezas en comparativa de los motores de combustión interna
- No requieren cambio de aceites ni filtros.
- Su peso es menor en comparativa de los motores de combustión interna.

Fig 11. Esquema funcionamiento de motor eléctrico
Fuente: *Diseño propio basado en esquema VW*

Transmisión

Los vehículos eléctricos no requieren la transmisión tradicional que vemos en los vehículos de combustión interna ya que no necesitan un cambio de velocidades mecánica, el aumento de velocidad en los vehículos eléctricos es lineal por consiguiente la transmisión que se ocupa es para regular la potencia y el ¹torque, de ahí que sea más pequeña y ligera con mucho menos piezas que la transmisión mecánica tradicional.

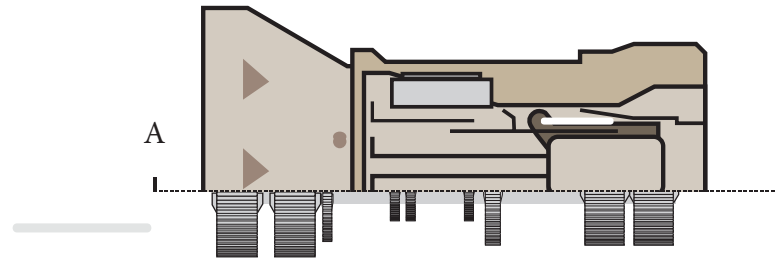


Fig 12. Esquema transmision vehículo eléctrico
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Electrónica de potencia

Se denomina electrónica de potencia a la rama de la ingeniería eléctrica que se aplica a los dispositivos electrónicos, principalmente semiconductores, al control y transformación de potencia eléctrica. El principal objetivo de la electrónica de potencia es el procesamiento de energía con la máxima eficiencia posible, los vehículos eléctricos ocupan estos dispositivos para poder regular la carga y descarga de las baterías, asimismo el flujo de electricidad en los motores para lograr su mayor eficiencia.

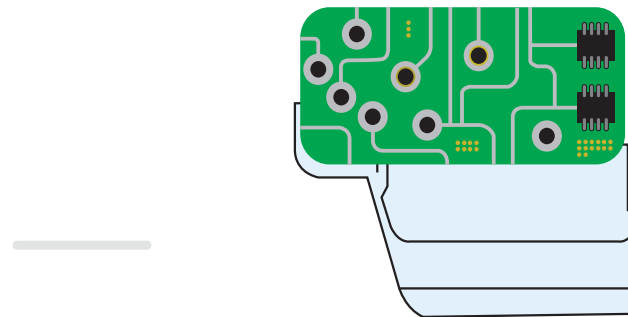


Fig 13. Esquema electrónica de portencia
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Líneas de alto voltaje

Las líneas de alta voltaje son las de mayor tensión en un sistema eléctrico, las de mayor longitud y las que manipulan los mayores bloques de potencia. Enlazan entre sí las diferentes regiones de la electrónica de potencia y las baterías intercambiando energía en ambos sentidos por consiguiente es un cableado robusto.

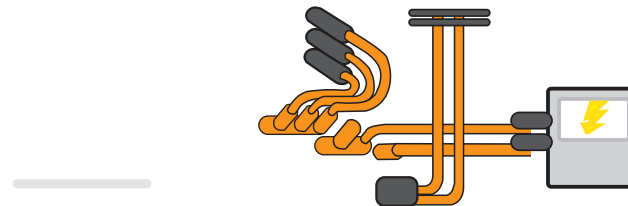


Fig 14. Esquema líneas de alto voltaje
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Baterías de alto voltaje

Las baterías son el corazón de los vehículos eléctricos, son las encargadas de suministrar su energía acumulada directo a la electrónica de potencia para así convertirlo en una corriente alterna para después suministrarla al motor eléctrico para hacerlo girar; Las baterías se dividen en 2 categorías (primaria y secundaria) para entender mejor qué es una batería hay que entender su definición. ¿Qué es?: "La batería es un dispositivo que almacena energía en forma electroquímica", es el dispositivo más usado para almacenar energía en una variedad de aplicaciones.

Batería primaria: Su reacción electroquímica es irreversible, es decir, después de que la batería se ha descargado no puede volverse a cargar.

Batería secundaria Su reacción electroquímica es reversible, es decir después que la batería se ha descargado, puede ser recargada inyectándole corriente continua de una fuente externa. Su eficiencia en un ciclo de carga y descarga está entre el 70% y 80%.

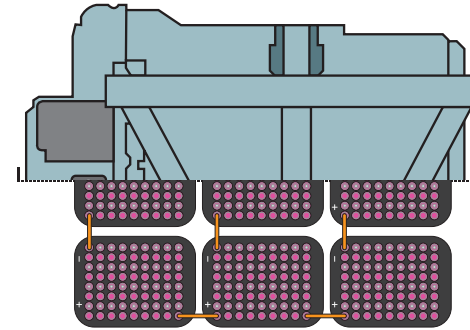


Fig 15. Esquema distribución de baterías Li-ion
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

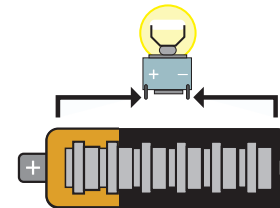


Fig 16. Esquema batería primaria
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

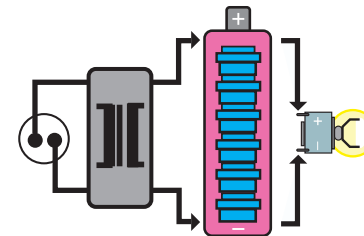


Fig 17. Esquema batería secundaria
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Antes de entrar al tema de los elementos químicos que interactúan en el proceso electroquímico de las baterías, cabe resaltar un par de definiciones para poder entender de forma completa el tema de las baterías.

Densidad de energía: Esta definición indica el rendimiento de una batería relacionada con su peso, cuanto mayor sea la densidad de energía, más energía se puede almacenar y luego volver a lanzar; La unidad de densidad de energía es vatios hora por kilogramo [Wh / kg] y se calcula a partir del trabajo eléctrico [Wh] y el peso [kg] de la batería. El rango de un vehículo eléctrico se puede determinar a partir de la densidad de energía.

Vida: La estabilidad del ciclo de una batería de alto voltaje se establece en un total de 3.000 ciclos en un período de 10 años, es decir, 300 ciclos / año. Sobre la base de esta propiedad, las llamadas "baterías automotrices", es decir, las baterías para su uso en un vehículo de alto voltaje, no se pueden comparar con las "baterías de consumo" utilizadas en computadoras portátiles o teléfonos móviles.

Eficiencia: La eficiencia indica cuánta energía se invierte en la carga puede volverse útil cuando la batería se descarga. Una batería nunca puede tener un 100% de eficiencia ya que se libera una pequeña parte de la energía de carga en forma de calor (pérdida de carga).

Los elementos que componen las baterías son los siguientes:



Plomo ácido: es el tipo de batería recargable más común en el mercado por su buena relación de costo/desempeño aunque es la de menor densidad de energía por peso y volumen.



Níquel-Cadmio: Este tipo de baterías se caracterizan por tener sus celdas selladas, por tener la mitad de peso y por ser más tolerantes a altas temperaturas en comparación de una batería de plomo-ácido convencional, sumado a esto tiene otras características a considerar:

- Baja tasa de auto descarga
- Efecto de memoria lo cual acelera su proceso de descarga



Níquel-hidruro metálico: Es una extensión de la tecnología de Ni-Cd, ofrece una mayor densidad de energía y el ánodo es hecho de metal hidruro evitando los problemas ambientales de la Ni-Cd, además de tener otras características, las cuales son :

- Su efecto de memoria es insignificante
- Es muy peligrosa si se sobrecarga
- Alta tasa de autodescarga
- Su precio es elevado en comparación con otras baterías



Ion-litio: Es una nueva tecnología, la cual ofrece una densidad de energía de 3 veces la de una batería plomo-ácido. Esta gran mejora viene dada por su bajo peso atómico 6.9 vs 209 para el plomo, además cuenta con el más alto voltaje por celda 3.5 V, lo cual reduce el número de celdas en serie para alcanzar voltajes altos, lo que reduce su costo de manufactura.

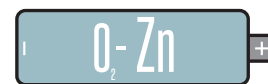
- Tiene una tasa de autodescarga muy baja
- Rápida degradación y sensibilidad a las elevadas temperaturas, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión
- Requieren en su configuración como producto de consumo la inclusión de dispositivos adicionales de seguridad, resultando en un costo superior que ha limitado su uso en otras aplicaciones

Polímero de litio: Es una batería de litio con un polímero de litio sólido como electrolito, estas baterías tienen una densidad de energía de entre 5 y 12 veces la del Cd ó Ni-Mh, en peso a igualdad de capacidad.

- La gran desventaja de estas baterías es que requieren

un trato mucho más delicado en su manejo, bajo el riesgo de dañarlas irreversiblemente o, incluso, llegar a producir su ignición o explosión

- Un elemento de Li-Poli tiene un voltaje nominal, cargado, de 3.7 V
- Nunca se debe descargar una batería por debajo de 3.0v por celda



Aire-Zinc: Estas baterías se encuentran aún en proceso de desarrollo para su aplicación en el sector automotriz. Algunas de sus características son:

- Son de una fabricación más barata y capacidades que pueden superar en 3 veces a las baterías de litio.
- Las nuevas baterías de Zinc-Aire funcionan utilizando el oxígeno almacenado en un cuarto como electrodo, mientras la batería contiene un electrolito y el electrodo de Zinc
- Las pilas a base de Zinc tienen como principal ventaja la posibilidad de ser recicladas sin límite, sin perder ni sus cualidades químicas, ni sus cualidades físicas

Fig 18. Esquemas baterías
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Después de haber analizado las características de las distintas baterías que existen en el mercado se procedió a compararlas a través de una tabla, esto en relación a su eficiencia, cabe acalarar que el reglamento de la competencia Shell Eco-marathon 2018 es muy específico es este rubro ya que sólo admite baterías de polimero de litio para la categoría

Electric Battery, pero aun así fue necesario hacer este análisis, para tener un panorama más amplio sobre el mundo de las baterías dado que el desarrollo tecnológico sobre este tema es la clave para el progreso de los vehículos eléctricos en un futuro cercano.

Tabla 4
Comparativa entre los distintos tipos de baterías en el mercado

Tipo	Energía / peso	Tensión por elemento (V)	Duración (Número de recargas)	Tiempo de carga	Auto-descarga por mes (% del total)
Plomo	30-50 Wh/kg	2 V	1000	8-16 hrs	5 %
Ni-Cd	48-80 Wh/jkg	1,25 V	500	10-14 hrs	30 %
Ni-Mh	60-120 Wh/kg	1,25 V	1000	2-4 hrs	20 %
Li-ion	110-160 Wh/kg	3,16 V	4000	2-4 hrs	25 %
Li-Po	100-130 Wh/kg	3,7 V	5000	1-1.5 hrs	10 %

Unidad de control de baterías

Después de tener un panorama más amplio de lo que son las baterías tocó investigar qué es una unidad de control de baterías, o también llamado sistema de gestión de baterías en inglés, *Battery Management System*, (BMS) este es un sistema electrónico que gestiona una batería recargable (pila o batería), por ejemplo, mediante la protección de la batería para no operar fuera de su área de trabajo segura (*Safe Operating Area*), el seguimiento de su estado, el cálculo de los datos secundarios, informar de esos datos, el control de su entorno, la autenticación y / o el equilibrio de la misma.

Los sistemas de gestión de la batería pueden ser tan simples como la electrónica para medir la tensión y detener la carga cuando se alcanza la tensión deseada. En ese punto, podrían apagar el flujo de energía, en el caso de condiciones irregulares o peligrosas, podrían emitir una alarma, un BMS más complejo supervisa mucho más factores que afectan la vida y el rendimiento de la batería a largo plazo, así como también garantizan una operación segura. Pueden monitorear sistemas de baterías de una o varias celdas. Los sistemas multicelulares pueden controlar las condiciones de las células individuales, algunos sistemas se conectan a los servidores para un monitoreo avanzado, registro, alertas por correo electrónico y más.

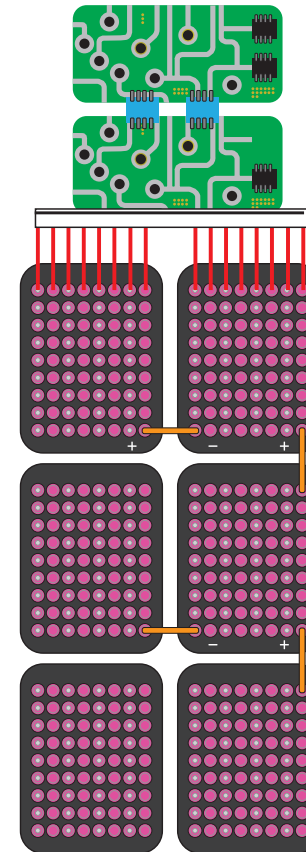


Fig 19. Esquema BMS

Fuente: *Diseño propio basado en esquema VW*

Freno regenerativo

Un vehículo eléctrico tiene dos sistemas de frenos independientes el primero es un sistema de frenos mecánico / hidráulico tradicional, el segundo sistema de frenos está formado por el motor de accionamiento eléctrico como un "freno de motor". La ventaja de este "freno de motor" en comparación con el motor de combustión interna es que la energía liberada por el motor eléctrico durante el frenado y en la desaceleración se recupera energía realimentando a la batería de alto voltaje, este frenado regenerativo es un factor que contribuye a la alta eficiencia de los vehículos eléctricos.

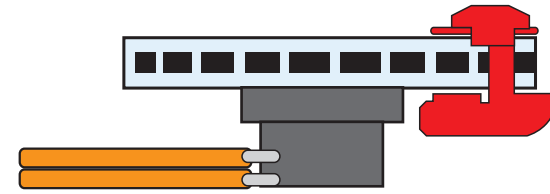


Fig 20. Esquema freno regenerativo
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Contacto de carga

Es un cargador que se incorpora en el sistema de alta tensión en el vehículo eléctrico, también se denomina convertidor AC / DC este convierte la corriente alterna suministrada a través del contacto de carga en una corriente continua ya que sólo la corriente directa se puede almacenar en las baterías.

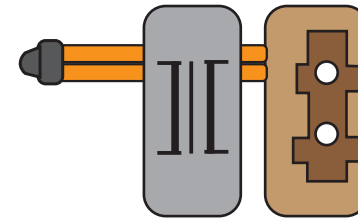


Fig 21. Esquema contacto de carga
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Cargador externo

El proceso de carga se detiene cuando se alcanza la capacidad de la batería, los componentes eléctricos que se activan durante el proceso de carga son alimentados por la fuente de carga externa.

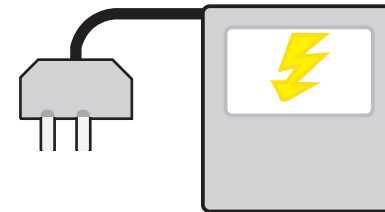


Fig 22. Esquema cargador externo
Fuente: Diseño propio basado en esquema VW

Imagen página posterior: esquema arquitectura de vehículo eléctrico
Fuente: BMW serie 3 electric car

Conclusiones

A diferencia de la investigación y análisis que se llevó a cabo en el capítulo de los campeones de Shell Eco marathon 2017, en esta fase la información recabada fue de gran ayuda para entender la relación que cada sistema tiene entre sí en un vehículo eléctrico, de la diferente arquitectura de construcción que tienen en comparativa con los vehículos de combustión interna, esto abre un punto de partida para la etapa de ideación ya que al entender como esta constituido un vehículo eléctrico se tendrán bases sólidas para proyectar de forma congruente con las tecnologías que existen hoy en día para el vehículo urban concept 2018.



Materiales

En esta parte de la investigación se profundizó en los materiales que se utilizan en la fabricación de los vehículos eléctricos, en capítulos anteriores se abordó el tema de las baterías haciendo referencia a que son el corazón del vehículo, pues el segundo aspecto con mayor relevancia en el diseño de un vehículo eléctrico son los materiales ya que son la materia prima para generar estructuras ligeras que soporten a los usuarios, a los sistemas mecánicos y eléctricos de forma segura puesto que el peso es un factor clave para lograr la mayor eficiencia en un vehículo eléctrico.

El acero es el material estándar más utilizado para vehículos de producción a gran escala, su buen desempeño con respecto a la resistencia mecánica, su ¹²ductilidad, su disponibilidad generalizada en distintos países, baja los costos de producción y la infraestructura bien establecida para el reciclaje hacen que el acero sea un material adecuado para vehículos; Hoy el 60% de un vehículo promedio está hecho de acero, sin embargo, debido a los objetivos para lograr la mayor eficiencia en los vehículos eléctricos se requiere hacer estructuras más ligeras, el acero estándar ya no es una opción viable, los materiales que están reemplazando al acero en la industria automotriz son:

- Aleaciones de acero avanzadas de alta resistencia
- Metales ligeros como el aluminio, magnesio y titanio

- Materiales compuestos como plásticos reforzados con fibra de carbono o fibra de vidrio
- Otros materiales híbridos que combinan metal, textiles y plásticos.

Para la fabricación de aceros más ligeros se hace a través de la combinación con otros metales (por ejemplo, cromio, molibdeno, cobre o titanio) esto crea una gran variedad de aleaciones con características de altas prestaciones que se utilizan en diferentes sectores como la aviación, los vehículos de carreras, vehículos eléctricos etc. Las nuevas aleaciones se encuentran en desarrollo continuamente ya que el acero sigue predominando en la industria por su bajo costo y su viable proceso de reciclado.

La definición de materiales compuestos se puede precisar de manera muy simple, es cuando un material está constituido por al menos dos materiales diferentes o dos fases diferentes, los materiales reforzados con algún tipo de fibra son un material compuesto de entre varios que existen, en específico nos centraremos en los materiales compuestos de fibra de vidrio y fibra de carbono ya que son los más utilizados en los vehículos eléctricos.

En los materiales compuestos, las fibras (fibra de carbono, fibra de vidrio y algunas fibras naturales) son las responsables de resistir las cargas mecánicas y la matriz (resina o

aglutinante) son las que proporcionan soporte y mantienen la fibra en su lugar, tanto la fibra como la matriz pueden ser de metales, (bio) polímeros y materiales cerámicos, estos materiales compuestos son los más ligeros y resistente que existen en el mercado hoy en día.

La transición de la industria automotriz en la utilización de materiales compuestos en vehículos comerciales se encuentra en una fase inicial, esto es debido a la introducción al mercado de los vehículos eléctricos, pero hay todavía una gran limitante de este tipo de materiales, su costo y el proceso

de manufactura ya que es más especializado, además de que requieren mayores tiempos en su fabricación, en comparación con procesos en acero o aluminio.

Los materiales compuestos son un gran avance tecnológico además de ser un área en constante desarrollo en el sector automotriz de competición como lo es la Fórmula 1, Las 24 hrs de Le Mans y en vehículos ultra deportivos, en donde los niveles de exigencia y desgaste son mayores, esta tecnología poco a poco sustituirá al acero en el mercado de los vehículos eléctricos u otros materiales en proceso de innovación.



Imagen: Monocasco Porsche Spyder
Fuente: Porsche.com



Conclusiones

En experiencias pasadas en los capítulos estudiantiles del equipo UNAM Miztli este tema era el mayor reto al momento de diseñar, en específico con relación a la correcta elección de materiales y el porqué de los mismos, ya que como estudiantes de diseño, inexpertos en este campo, se idealizaban materiales compuestos de alto desempeño tales como la fibra de carbono o el honeycomb para los nuevos diseños de las competencias 2015, 2016 categoría prototipo, dando como resultado un diseño tardío en relación a los tiempos para las competencias, en la mayoría de los casos solamente se quedaron en propuestas conceptuales y en la cual se recurría como solución a utilizar vehículos de competencias pasadas.

La fibra de carbono es un material de alto desempeño y requiere de análisis mucho más profundos de la mano de ingeniería, en específico con el área de ingeniería de materiales, esto para realmente aprovechar todas las características mecánicas y de resistencia de este tipo de materiales compuestos, sumado a esto el costo de estos materiales es todavía una gran limitante en proyectos universitarios ya que no se encuentran de manera accesible en México, por ende se deben de exportar estos materiales y requieren de una manufactura especializada. A manera de conclusión se determinó con ayuda del equipo de ingeniería que para este proyecto urban concept 2018 se utilizarían materiales más baratos y viables en su manufactura, puesto que el presupuesto y tiempos con los que contaba el equipo eran limitados, llegando al acuerdo de utilizar acero al carbón por su bajo costo y viabilidad de manufactura para el chasis, esta decisión fue respaldada por un análisis de elemento finito en la estructura (chasis) por parte del equipo de ingeniería para así garantizar la seguridad del piloto, el menor peso posible y la seguridad de los demás pilotos dentro de la competencia. Para la carrocería se utilizaría fibra de vidrio ya que es un material con el cual ya se había trabajado en competencias pasadas para carrocerías tanto de los proyectos Baja SAE como Shell UNAM Miztli categoría prototipo sumado a esto es un proceso viable y económico de manufacturar, como último aspecto en la elección de materiales para componentes mecánicos de bajo desempeño se optó por utilizar aluminio y plásticos de ingeniería (nylamid) por su bajo peso y fácil manufactura.



El punto clave dentro del mundo del diseño industrial es el usuario y más aún en el desarrollo de un producto como lo es un vehículo, cada producto debe cumplir un propósito para su mercado y entorno, esto se debe analizar antes de dibujar la primera línea en el proceso de diseño, conviene subrayar esto, ya que, aunque el objetivo de la competencia no es llegar a un producto como tal sino a una propuesta de un vehículo concepto, delimitar estos aspectos desde un inicio ayudó a crear un conjunto de información que fue esencial en la etapa de desarrollo, para la propuesta conceptual.

En el caso de la competencia Shell Eco-marathon de la categoría urban concept se ha observado que los vehículos están diseñados exclusivamente para la competición, a que me refiero con esto, ya que el peso es uno de los factores fundamentales para ganar la competencia, debido a que se trata de una carrera de eficiencia energética, de ahí que los equipos participantes ocupen pilotos de talla pequeña para así reducir espacio en el habitáculo y por ende peso, por esta razón se generan vehículos diminutos que sólo están diseñados para un solo usuario (el piloto), desde nuestro punto de vista, con ese criterio de diseño se está perdiendo realmente el objetivo de la competencia, que es, crear un prototipo que sea óptimo para competir, esto es que, cumpla el reglamento y que además no pierda el carácter de un vehículo urbano, es decir que cualquier persona pueda manejar el vehículo sin ninguna dificultad y que además sirva como pauta en el diseño y desarrollo de vehículos eléctricos, dicho en pocas palabras, que no sólo se perciba como un proyecto estudiantil si no como una propuesta prospectiva en el desarrollo de conceptos y tecnologías más limpias para una movilidad urbana sostenible, por consiguiente en este capítulo la investigación se centró en dos aspectos fundamentales, **segmento de mercado**, se hizo un análisis conciso sobre el posible mercado que sirvió de pauta en la etapa de desarrollo del concepto. y en segundo lugar la **ergonomía**, que comprende las dimensiones que el vehículo debe tener para que cualquier usuario pueda hacer uso del prototipo de forma segura y confortable.

Mercado

En esta parte de la investigación nos apoyamos por completo del Libro H-point ya que es un tema complejo que requiere de un análisis mucho más exhaustivo, los autores lo sintetizan de forma clara en una especie de fórmula para acotar las necesidades de un posible segmento de mercado y proceder a la etapa de ideación lo más rápido posible.

Citando la introducción del capítulo, función y segmento de mercado del libro "H point", traducción, *Cada vehículo debe cumplir un propósito, de lo contrario, nadie lo compraría, por consiguiente los segmentos del mercado se establecen por la función y la configuración de los vehículos, esto es para satisfacer las necesidades específicas de los usuarios, dichas configuraciones de cada segmento son establecidas por los equipos de diseño de cada empresa.*

Como diseñadores sabemos que los usuarios tienen necesidades específicas que los productos deben de satisfacer, en este caso lo es en un vehículo, estas necesidades pueden ser aspectos físicos o emocionales, cuestiones demográficas o el mismo estilo de vida de los usuarios, por consiguiente es nuestra tarea distinguir de forma acertada dichas necesidades y reflejarlas en una propuesta atractiva para cada usuario, pero como diseñadores no es posible crear un vehículo para cada usuario en específico que se adapte exclusivamente a él, lo que sí se puede es agrupar a los usuarios de acuerdo a sus

necesidades y diseñar para cada grupo en específico, por ello existen los segmentos de mercado, es la forma de conjuntar información precisa que al momento de diseñar ayude a crear propuestas atractivas para cada segmento de mercado y por consiguiente se inclinen entre una marca u otra y como resultado de esto generen una necesidad de compra final.

El libro H-point establece un procedimiento para poder categorizar un segmento de mercado en un tiempo corto de forma sencilla en etapas conceptuales, para así dar paso a la etapa de desarrollo y generar los conceptos e ideas de forma dinámica, esto es a través de una serie de términos (palabras clave) divididos en tres grupos los cuales se analizan para seleccionar los términos acordes a lo que se requiere dependiendo del usuario, esto se hizo con el objetivo de ir acotando las necesidades, hacer esta acotación fue de suma importancia ya que en capítulos anteriores de la investigación solo se han mencionado aspectos técnicos que hasta este punto de la investigación se tenía un panorama incompleto ya que hacía falta información sobre atributos que estuvieran centrados en el usuario por lo tanto se requirió hacer un análisis de factores humanos que diera como resultado un bloque de información para la etapa de ideación, estas palabras clave se seleccionaron conforme a los criterios que la competencia Shell Eco-marathon exalta en conjunto con el reglamento.

ATRIBUTOS CENTRADOS EN EL USUARIO

costo • imagen • tamaño • espacio interior • volumen de carga • número de pasajeros • sector económico • peso • manejo • velocidad • flexibilidad • confort • durabilidad • capacidad todo terreno • acabados • seguridad • colores • ruido/vibraciones/dureza (RBD) • emisiones • capacidad de remolque • personalización • capacidad de carga • repuestos de componentes • comandos en asiento • fácil entrada y salida • maniobrabilidad • eficiencia • sonido • poder • seguridad en colisión • identidad de marca

CONSIDERACIONES DE MANUFACTURA

capacidad de fabricación • costo de fabricación • línea de producción • estrategia de estandarización • derivados • volúmenes de producción • red de distribución • estrategia de mercadotecnia • mano de obra • acabados • disponibilidad de componentes • garantía

OFERTA & DEMANDA

infraestructura • densidad de población • lugares de estacionamiento • economía • impuestos • seguros • medio ambiente • cultura • legislaciones • seguridad • clima • grupos defensores del consumidor • volúmenes de venta • segregación

Fig 23. Esquema características de segmento de mercado

Fuente: H-Point



Conclusiones

Tener claro a que usuario se va a diseñar fue de las partes más complejas a definir ya que al ser un vehículo concepto de competencia no se tenía claro las características formales del mismo, las características formales de los vehículos campeones de Shell los rige en su totalidad las dimensiones del piloto y los análisis de aerodinámica que se les practican a través de software de ingeniería, por consiguiente, se siguen persiviendo como vehículos bala o de ultra eficiencia energética, únicos para las dimensiones del piloto, como conclusión, se tiene que llegar a una propuesta equilibrada entre eficiencia y las necesidades del usuario, es decir que sea un vehículo competitivo y no pierda el carácter de vehículo urbano, en el mercado existen muchos ejemplos de éxito como lo son los vehículos eléctricos Tesla que llegan a un equilibrio entre diseño, ingeniería y eficiencia, por ello este breve ejercicio de análisis de mercado y la definición de los atributos centrados en el usuario (palabras clave), consideraciones de manufactura y oferta & demanda sirvieron en la etapa de desarrollo para lograr una propuesta acorde a un vehículo urbano en imagen y forma.

Ergonomía

En los capítulos anteriores se analizó el reglamento de Shell Eco-marathon con el objetivo de entender las características y limitantes que debía cumplir el vehículo en los dos rubros que se evalúan en dicha competencia, que son, ingeniería y diseño, con esta delimitación del reglamento se figuraron ciertos aspectos como son altura, longitud y anchura general del vehículo, pero esto fue insuficiente para poder determinar con claridad las dimensiones necesarias que requieren los usuarios en el vehículo, por esta razón se buscaron normativas que regularan las dimensiones para los usuarios en un vehículo, encontrando dicha información en el libro "Ergonomics in the Automotive Design Process" (Ergonomía en el proceso de diseño automotriz) del autor Vivek D. Bhise y en conjunto con el libro ya antes mencionado "H-Point" en el apartado de (mediadas de ocupantes), la información recabada por los autores esta sustentada por normas oficiales SAE (Sociedad de Ingenieros de Automoción), de manera que estas normas son internacionales, dicho de otra manera, son las normas que la industria automotriz implementa en el desarrollo de sus vehículos.

La descripción que refieren para este tema los autores Stuart Macey, Geoff Wardley, es la siguiente, traducción, *"No se puede desestimar la importancia de las medidas del conductor y los pasajeros para la arquitectura general de un vehículo, los usuarios influyen directa o indirectamente en cada aspecto del diseño de un vehículo."*

A menudo se dice que los automóviles y camionetas deben diseñarse de adentro hacia afuera, esto se refiere más a las medidas de los usuarios que a los sistemas del vehículo, el objetivo principal es configurar espacios para el conductor y los pasajeros para que sean cómodos y seguros, por consiguiente, es crear alrededor de ellos, usando datos de referencia clave dentro de sus geometrías para configurar el resto de las medidas del vehículo.

El punto de referencia más importante en el conjunto de medidas para un vehículo es el "punto H" del conductor, que también se denomina punto de referencia de asiento, casi todos los elementos de las medidas serán influenciados por su ubicación, y si se modifica este "punto H", los efectos se pueden ver en todo el vehículo."

Cada compañía de automóviles usa distintos maniqués que se adaptan a sus necesidades técnicas de aplicación, una de las herramientas para las medidas de usuarios más populares es el maniquí masculino SAE 95 percentil, que es ideal para establecer el espacio interior inicial, asegurando que la gran mayoría de la población mundial se adecua a este conjunto de medidas.

SAE ha trabajado con diversos grupos multidisciplinarios para establecer datos antropométricos (tamaño, proporción y movimiento) que representen los volúmenes ocupados por los conductores y los pasajeros mientras permanecen sentados y operan los vehículos, los resultados de estos datos se han

convertido en conjuntos de geometrías que representan la dimensiones del 95 percentil de los hombres y mujeres, colocados en un asiento para conducir un automóvil.

¿Para qué sirve esta geometría a la que se refieren los autores, traducción, *"Esta geometría se puede usar para configurar los sistemas interiores, ubicar controles, completar estudios de visión, posicionar el tren de potencia, establecer las medidas de ruedas / neumáticos e incluso paragolpes y extremidades, el torso y la cabeza de la muestra de la población se miden individualmente para crear un*

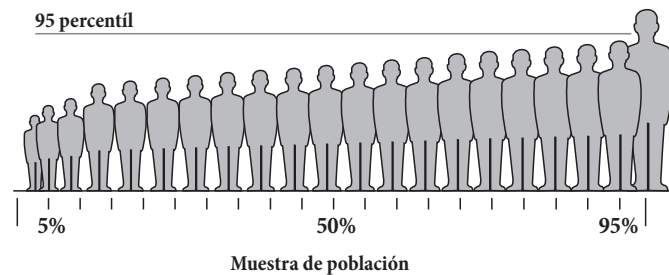


Fig 24. Muestra de población SAE(J826)

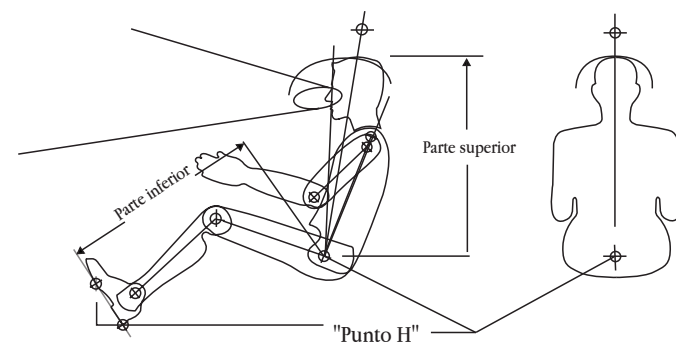
Fuente: SAE

Fig 25. Anatomía del percentil 95 Hombre SAE(J826)

Fuente: SAE

maniquí que se construye a partir de partes masculinas del percentil 95. El maniquí sentado se puede utilizar en dos mitades, desde el "punto H", al punto de los pies (para establecer el espacio para las piernas) y desde el "punto H" hasta la cabeza (para configurar el entorno de la cabeza).

Después de que se ha creado el paquete inicial de medidas, se utilizan otros maniquíes más pequeños, el 5 ° percentil de mujeres y el 50 percentil de hombres , para garantizar que las personas más pequeñas puedan conducir con comodidad y seguridad, cabe enfatizar que actualmente los asientos delanteros de un vehículo se pueden regular en altura y distancia para proporcionar la postura óptima al conductor.



Para entender de mejor forma los esquemas que se muestran en las normas SAE se tienen que definir las partes principales de la anatomía del maniquí del conductor del percentil SAE (J826), esta norma establece las medidas del usuario en posición de manejo de un vehículo, a continuación se describen las principales partes:

Punto H (punto de cadera) o SgRpR (punto de referencia de asiento)

El punto de referencia principal para los ocupantes y uno de los puntos clave para las medidas de los vehículos, a menudo denominado punto de referencia de asiento

Curva de alojamiento (SAE J1516-1517)

Esta curva mantiene la relación correcta entre el punto H y el pie para asegurar una postura cómoda para las piernas del conductor mientras se operan los pedales

Punto de talón acelerador

La ubicación del punto de talón a menudo se referencia para definir el piso y la altura de entrada del vehículo

Ángulo de visión

Las líneas del ángulo de visión superior e inferior se construyen tangencialmente a la elipse ocular del percentil 95° y tocan los primeros elementos delanteros del conductor que obstruyen la visión hacia arriba y hacia abajo, estos son herramientas en la configuración de la apertura del parabrisas frontal

tPlano de acelerador

Este plano gira alrededor del pivote del tobillo y generalmente mide 87 ° hacia la línea central de la espinilla

Línea del torso

Define la inclinación del ángulo posterior

Bola de pie

Situado en el plano del acelerador es un punto de referencia principal para la medición del espacio de compresión ante un impacto frontal

Punto de altura efectiva SAE J1100

Es la intersección de la altura del techo y una línea de 8° grados con respecto a la vertical del punto H, esto se utiliza para colocar puntos de mayor rigidez en la estructura del techo por encima del revestimiento del techo interior o el techo corredizo

Miembros inferiores

La geometría consiste en la línea central de la espinilla y el muslo, que están limitadas por el pivote del tobillo y el punto H. Su configuración se actualiza automáticamente a medida que cambia la relación punto H a talón, la línea central del muslo se utiliza para configurar la ubicación del volante y la espinilla determina la superficie de las rodillas en el panel de instrumentos.

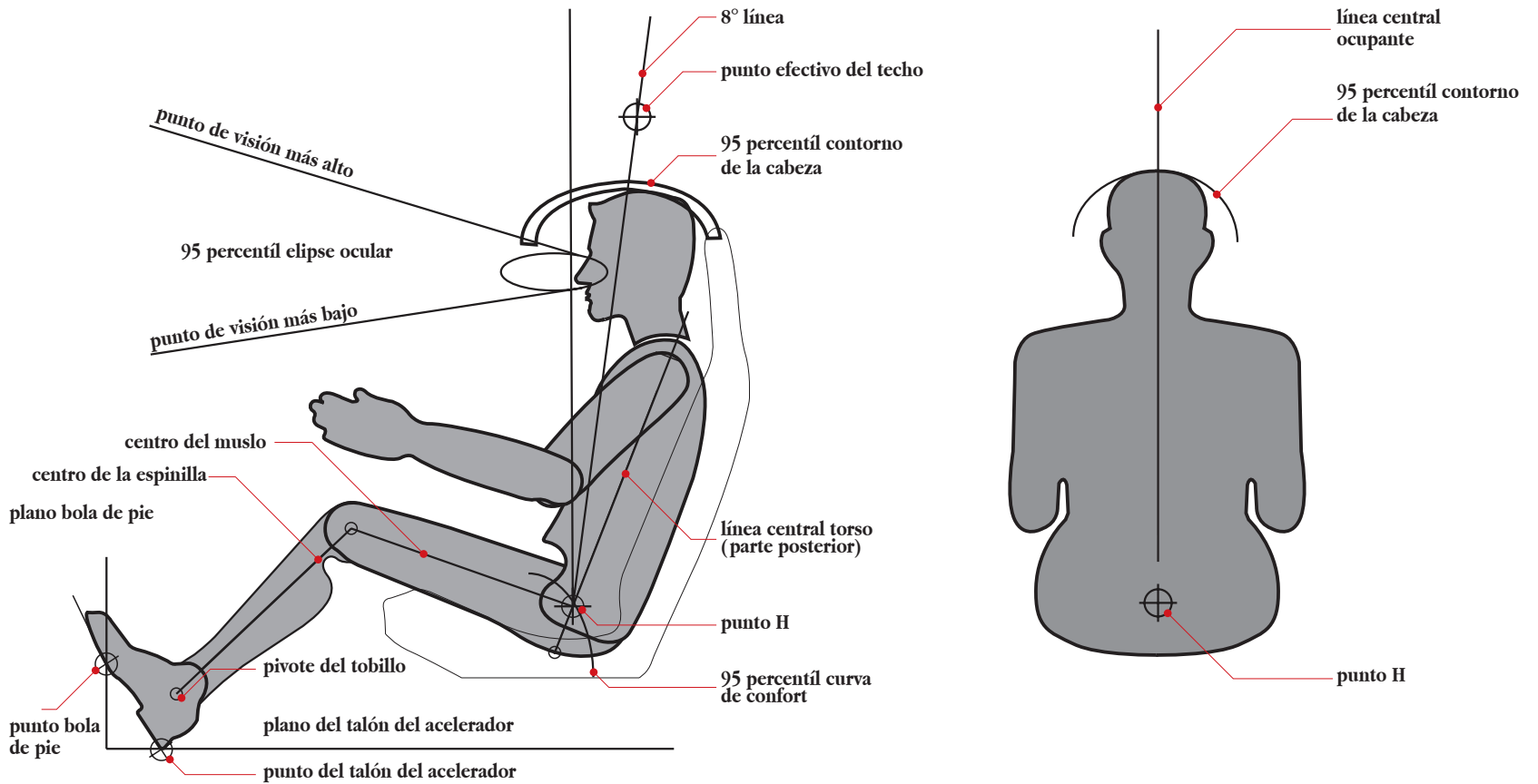


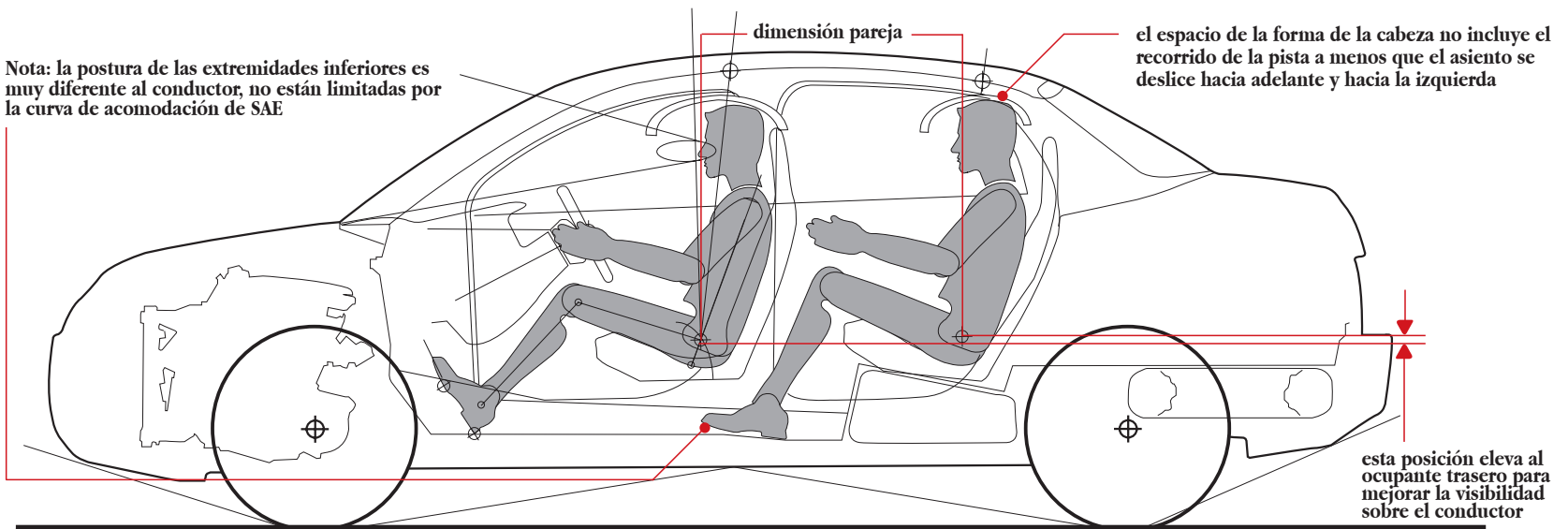
Fig 26. Esquema a detalle anatomía del percentil 95 Hombre SAE(J826)

Fuente: SAE

Una vez analizado al maniquí del conductor se entendió la relevancia que tiene su geometría en las medidas de todo el habitáculo y su interacción con las medidas de los demás sistemas, esto es que la posición del conductor esta asociada a la posición del volante, de la palanca de velocidades, del instrumental de la consola, pedales de freno y acelerador por mencionar algunos ejemplos, todas las medidas giran entorno al punto H, en ese punto tan importante se descubrió que también afecta a los ocupantes en la parte trasera de un vehículo, por consiguiente se analizaron las medidas de un posible ocupante, esto se hizo para no descartar este factor de diseño en la etapa de desarrollo.

Traducción, *En la configuración de los ocupantes traseros se utiliza la "dimensión pareja" se usa ampliamente en el proceso de las medidas iniciales para evaluar la cantidad de espacio para las piernas y las rodillas que tiene el ocupante trasero, esta es una medida horizontal entre los puntos H, se registran las medidas específicas para las rodillas y el espacio para las piernas. Debido a que los ocupantes traseros no controlan el vehículo, la curva de confort no controla la postura de sus piernas, se observa cómo el ángulo de la rodilla es diferente al del conductor y sus pies están en posición plana sobre el piso, en segundo lugar, las tallas de los ocupantes traseros puede ser diferente a la de los ocupantes delanteros ya que pueden ser niños o personas*

Nota: la postura de las extremidades inferiores es muy diferente al conductor, no están limitadas por la curva de acomodación de SAE

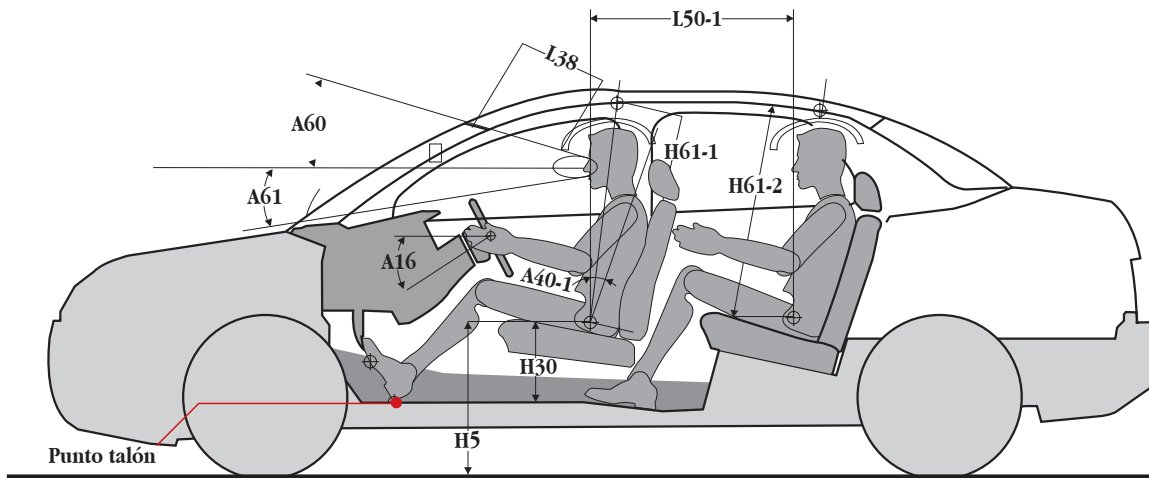


que tienen una estatura diferente a la del conductor, por lo que el espacio se tiene que configurar de diferente forma.

En resumen las medidas principales del ocupante trasero se ven influenciadas directamente por las medidas del conductor en específico desde el punto H, a continuación se muestra un esquema de las dimensiones principales que configura el interior en torno a las medidas del conductor y los ocupantes traseros (figura 443), estas medidas son parte de la norma SAE J1100, esta norma fue pauta en el proceso de investigación debido a que engloba todas las dimensiones necesarias a contemplar para los vehículos de motor, es decir, en toda la norma se citan normas secundarias

que complementan la información de las medidas tanto del exterior como del interior de un vehículo.

Un gran atributo del libro "H point" es que al final del capítulo los autores generan como conclusión una tabla de medidas de referencia para toda clase de vehículos en la cual hay un apartado para vehículos de dimensiones reducidas (Tabla 5) esta información se empleó como primer esbozo de las medidas generales a considerar, después de haber entendido el por qué de las normas aplicadas en las medidas de los vehículos y la relación que tienen entre sí, se procedió a analizar la información planteada en el libro "Ergonomics in the Automotive Design Process" en el cual el autor explica



Página anterior

Fig 27. Esquema lateral posición de piloto y acompañante trasero

Fuente: SAE

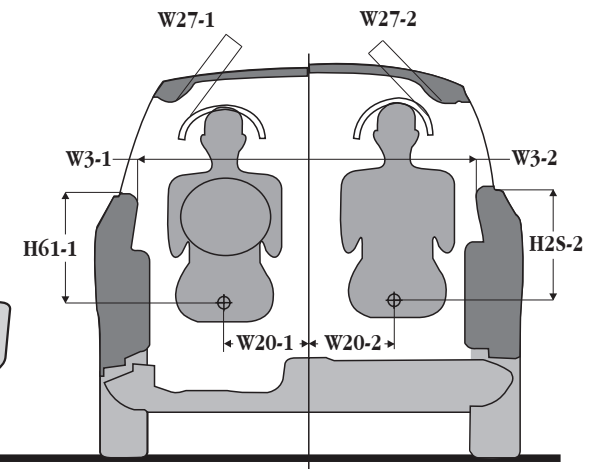


Fig 28. Esquemas SAE(J1100)

Fuente: SAE

a detalle cada sección de las normas y el proceder de esas medidas, logrando concretar a modo de compendio una serie de pasos a seguir para ir obteniendo cada medida a través de ecuaciones matemáticas determinadas por SAE, esto se realizó ya que la tabla que presenta el libro de H-Point en cuestión a las dimensiones internas en el vehículo era incompleta para poder concretar esta parte de la investigación de forma acertada para dar paso a la etapa de desarrollo, está serie de pasos engloban las medidas básicas y fueron de gran ayuda para definir un paquete de medidas finales para la

etapa de desarrollo de la propuesta del urban concept para la competencia 2018.

El primer paso a seguir fue determinar la altura del punto "H30", esta altura se mide apartir del piso del vehículo al centro de gravedad del usuario en la vista lateral, esta medida es la más importante ya que es el punto de partida de las demás dimensiones, esta medida se obtuvo de la tabla del libro "H point", en donde especifica que para micro-coches $H_{30}=275$ mm.

El segundo paso fue determinar el angulo del pedal "A47",

Tabla 5
Comparativa entre las dimensiones interiores de los segmentos de mercado en los vehículos

CARS	DRIVER & FRONT PASSENGER										REAR OCCUPANTS						
	Head to Ground	Chair Height	H point to ground	Back Angle	Effective Head Room	Upper Vision Angle	Downward Vision Angle	Shoulder Room	Hip Room	Lateral Location	Depth	Chair Height	Back Angle	Effective Head Room	Shoulder Room	Hip Room	Lateral Location
	(Ref)	H30	H5	A40	H61	A60	A61	W3	W5	W20	L50	H30-2	A40-2	H61-2	W3-2	W5-2	W20-2
NEV	325	400	725	25.0	1075	11.0	20.0	-	-	275	-	-	-	-	-	-	-
SPORTS CAR	175	150	325	28.0	950	8.0	5.0	1350	1275	325-400	-	-	-	-	-	-	-
MICRO CAR	350	275	625	21.0	1000	14.0	11.0	1200	1150	300	-	-	-	-	-	-	-
SMALL ELECTRIC CAR	450	250	700	24.0	975	15.0	9.0	1325	1325	350	750	275	26.0	950	1325	1325	325
SMALL CAR	225	250	475	24.0	975	15.0	7.0	1350	1325	350	750	275	27.0	950	1350	1325	325
MEDIUM CAR	250	250	500	24.0	975	14.0	7.0	1475	1400	350	850	275	27.0	950	1475	1400	325
MEDIUM COUPE	250	175	425	24.0	960	13.0	5.0	1375	1325	350	750	200	27.0	875	1375	1325	325
LARGE CAR	275	250	525	24.0	975	14.0	5.0	1500	1450	375	900	275	27.0	975	1500	1450	400
LARGE LUXURY CAR	275	275	550	22.0	975	15.0	7.0	1550	1500	400	975	300	28.0	975	1550	1450	375

el valor del ángulo del plano del pedal en grados se obtiene usando la siguiente ecuación de la norma SAE J1516.

$$A47 = 78.96 - 0.15z - 0.0173z^2$$

donde $z = H30$ en centímetros (nota: este valor z está expresado en centímetros, sólo para esta ecuación).

$$A47 = 78.96 - 0.15(27.5) - 0.0173(27.5)^2$$

$$A47 = 61.7^\circ$$

El tercer paso es a altura vertical (H) entre el BOF y el AHP se calcula de la siguiente manera:

$$H = 203 \times \sin(A47)$$

Se debe tener en cuenta que la distancia entre AHP a BOF se especifica como 203 mm en la norma SAE J1517 y 200 mm en la norma SAE J4004.

$$H = 203 \times \sin(61.7)$$

$$H = 184 \text{ mm}$$

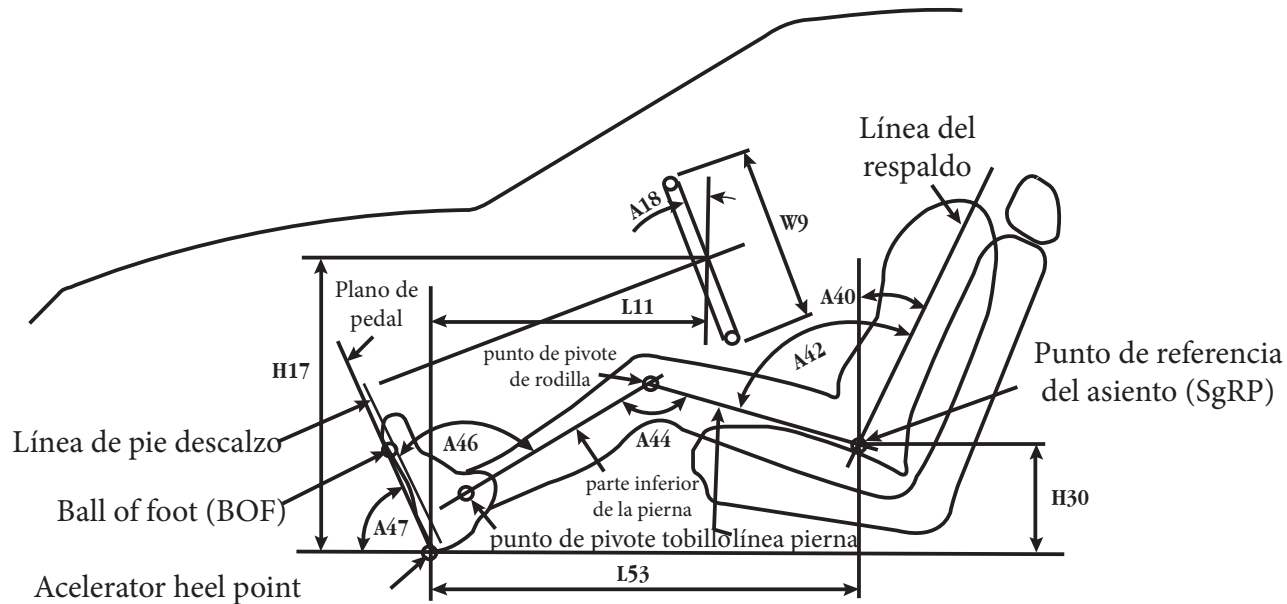


Fig 29. Esquemas medidas del interior de un vehículo
Fuente: *Ergonomics in the Automotive Design Process*

El cuarto paso es la longitud horizontal (L) entre el BOF y AHP se puede calcular de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} L &= 203 \times \cos(A47) \\ L &= 203 \times \cos(61.7^\circ) \\ L &= 86 \text{ mm} \end{aligned}$$

Quinto paso la distancia horizontal entre AHP y SgRP (L53) se puede calcular de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} L53 &= [913.7 + 0.672316(H30) - 0.0019553(H30)^2] - 203 \times \cos(A47) \\ L53 &= [913.7 + 0.672316(275) - 0.0019553(275)^2] - 203 \times \cos(61.7^\circ) \\ L53 &= [913.7 + 0.672316(275) - 0.0019553(275)^2] - 203 \times \cos(61.7^\circ) \\ L53 &= 950.7173 - 203 \times \cos(61.7^\circ) \\ L53 &= 864 \text{ mm} \end{aligned}$$

El sexto paso fue definir la longitud de la vía del asiento, esa medida está definida por la distancia horizontal total del movimiento hacia adelante y hacia atrás del punto H, los fabricantes de vehículos definen el punto H.

Para acomodar el 95% de los conductores (con 50% de hombres y 50% de mujeres), el punto principal se define como la distancia horizontal de percentil X2.5 desde la parte posterior del BOF y la distancia más alejada del punto se define como a una distancia horizontal del percentil X97.5 desde la parte trasera del BOF; La norma SAE J1517 define las distancias X2.5 y X97.5 de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} X_{2.5} &= 687.1 + 0.895336z - 0.00210494z^2 \\ X_{2.5} &= 687.1 + 0.895336(275) - 0.00210494(275)^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{2.5} &= 774.13 \text{ mm} \\ X_{97.5} &= 936.6 + 0.613879z - 0.00186247z^2 \\ X_{97.5} &= 936.6 + 0.613879(275) - 0.00186247(275)^2 \\ X_{97.5} &= 964.56 \text{ mm} \end{aligned}$$

Donde z = H30 en milímetros

$$\begin{aligned} TL23 &= X_{95} - X_{2.5} \\ &= \text{distancia horizontal entre el SgRP y el primer punto H} \\ TL23 &= 240 - 774.13 \\ TL23 &= -534.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TL2 &= X_{97.5} - X_{95} \\ &= \text{distancia horizontal entre el SgRP y el punto H más atrás} \\ &= \text{Longitud total de la pista del asiento para acomodar el 95\% de los conductores} \\ &= TL1 \text{ donde } TL1 = TL23 + TL2 \\ &= X_{97.5} - X_{2.5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TL2 &= 964.56 - 240 \\ TL2 &= 724.56 \text{ mm} \end{aligned}$$

Verificación

$$\begin{aligned} TL1 &= TL23 + TL2 = X_{97.5} - X_{2.5} \\ TL1 &= -534.13 + 724.56 = 964.56 - 774.13 \\ TL1 &= 190.43 \text{ mm} = 190.43 \text{ mm} \end{aligned}$$

Si se utiliza el estándar SAE J4004 para ubicar la pista del asiento, la distancia X del punto de referencia del punto H después del PRP se calcula de la siguiente manera:

$$X_{ref} = 718 - 0.24(H30) + 0.41(L6) - 18.2t$$

donde $L6$ es la distancia horizontal desde el PRP al centro del volante (*ver Figura 3.18*) y (t) es el tipo de transmisión ($t = 1$ si el pedal de embrague está presente y $t = 0$ si no hay pedal de embrague presente), como es un vehículo eléctrico se tomo el vlor de 0.

$$L6 = (X_{ref} - 718 + 0.24(H30) + 18.2 (t)) / 0.41$$

$$L6 = (190.43 - 718 + 0.24(275) + 18.2 (0)) / 0.41$$

$$L6 = 570 \text{ mm}$$

El séptimo paso es el ángulo del respaldo del asiento, en los años 60 s y 70 s fue definido por muchos fabricantes entre 24 o 25 grados (debido a que los asientos de banco no eran reclinables). Sin embargo, con las características reclinables de los asientos al día de hoy, la mayoría de los conductores prefieren sentarse más erguidos con ángulos de alrededor de 18-22 grados en la mayoría de los vehículos clase turismo, debido a que el reglamento de Shell Eco marathon especifica una altura máxima de 1300 mm se decidio colocar el ángulo A40 a 20 grados para manter un espacio adecuado entre la cabeza del usuario y el rollbar.

$$A40 = 20^\circ$$

Despues de haber seguido los pasos del autor Vivek D. Bhise se obtuvieron un conjunto de medidas finales, cabe resaltar que algunas medidas que se presentan a continuación no requirieron de ecuaciones matemáticas ya que son valores específicos o son valores que están vinculados entre las diferentes normas SAE y son medidas ya preestablecidas.

Apartir del resultado de estas medidas finales, se procedio a ubicar al maniquí (referencia del piloto) en el paquete de información de ingeniería en la zona del chasis previamente diseñado por ellos, para así concluir con la parte de dimensiones finales para el vehículo urban concept.

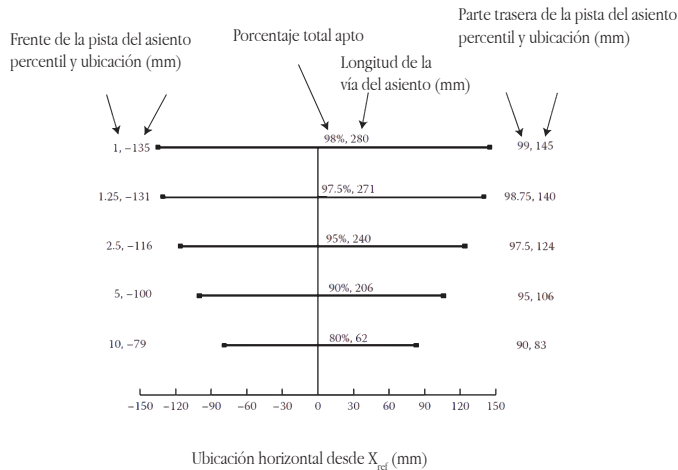


Fig 30. Longitudes de vía de asiento recomendadas.

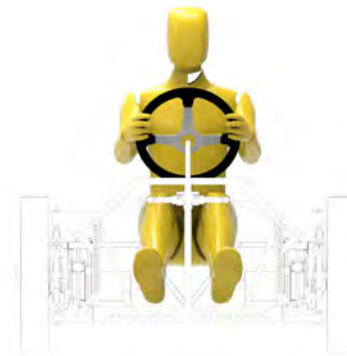
Fuente: SAE J4004

El punto más adelantado y más atrás en la trayectoria del asiento se obtienen a partir de los datos presentados en la (figura 30), Cabe señalar que el eje X presenta las distancias de los más adelantados y los puntos más atrás con respecto a X_{ref} de la (figura 30), para el 95% de alojamiento, el TL1 sería 190.43 mm.

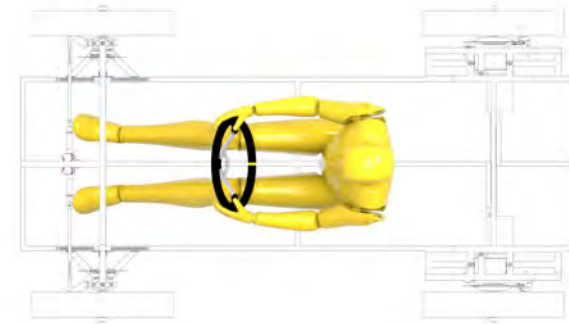
$$X_{ref} = 718 - 0.24(H30) + 0.41 (L6) - 18.2t$$

Conclusiones

A manera de conclusión se expone el resultado de la investigación referente a las medidas que debe tener el vehículo urban concept 2018 con relación al usuario, esto fue a través del estudio y análisis de la ergonomía, este análisis se sustento en Normas SAE, que dio como resultado un grupo de medidas óptimas para el manejo y operación del vehículo de forma segura dentro de la competencia, esto se realizó conforme a las dimensiones que permite el reglamento de Shell Eco-marathon 2018, cabe resaltar que aunque al principio de este capítulo se analizaron algunas de las medidas para los ocupantes traseros, se decidió no contemplarlos por dos cuestiones, la primera es que, la competencia es tajante en lo referente a que el vehículo no debe por ningún motivo operarse con ocupantes, sólo se permite el manejo del vehículo por los pilotos del equipo previamente registrados y el segundo motivo fue reducir el peso al máximo ya que es un vehículo para una competencia de eficiencia energética esto sin que perdiera la visión de un vehículo para ciudad en el exterior, el objetivo de este análisis ergonómico fue entender de donde provienen todas las medidas de los usuarios dentro de un vehículo y aplicarlas en el diseño de la propuesta urban concept para así generar un diferenciador en la propuesta de diseño sustentado en normas SAE.



Vista frontal



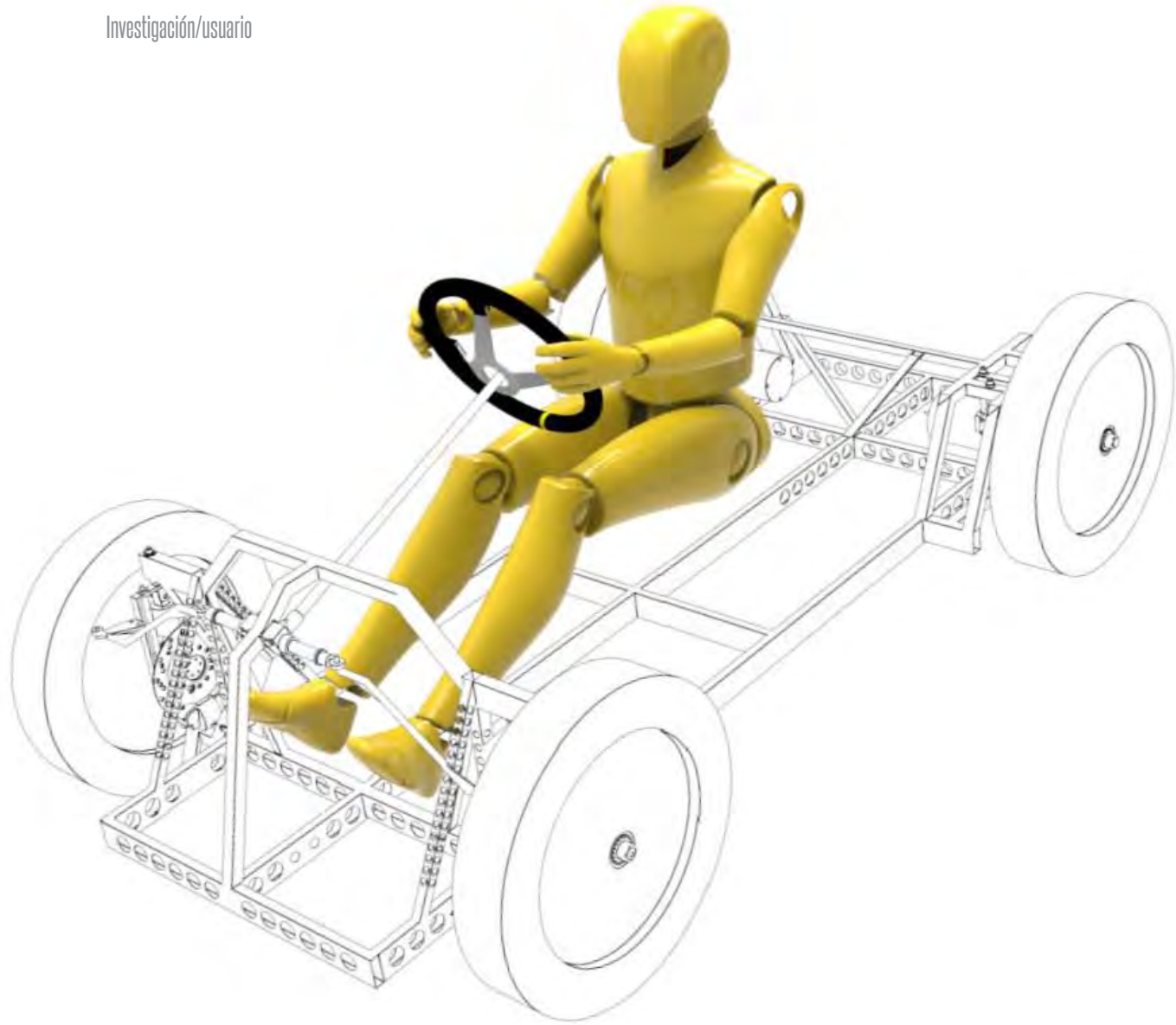
Vista superior



Vista lateral

Imágenes: renders chasis maniqui en posición de manejo
 Fuente: Diseño propipo

Investigación/usuario



Vista perspectiva

Referencias, notas y fuentes

1- Homólogo. Que es semejante a otra cosa por tener en común con ella características referidas a su naturaleza, función o clase.

2- Eficiencia energética. Recorrer la mayor distancia con el menor consumo de energía, Shell Global.

3- Análogo. Que tiene la misma función que otro pero con un origen diferente.

4- Segmento de mercado. Es un grupo relativamente grande y homogéneo de consumidores que se pueden identificar dentro de un mercado, que tienen deseos, poder de compra, ubicación geográfica,

5- Segmento de vehículo. Es un término general que se refiere a agrupar vehículos en categorías según su potencia y sus características técnicas.

6- Habitáculo. Espacio de un vehículo destinado a ser ocupado por el conductor y los viajeros.

7- Tándem. Unión o el trabajo conjunto de dos componentes

8- Shanna Simmons. (2018). SHELL ECO-MARATHON 2018 OFFICIAL RULES CHAPTER I. 2018, de Shell Eco-marathon Sitio web: <https://www.shell.com/energy-and-innovation/shell-ecomarathon/americas.html>

9- Corriente alterna. Corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas cambian el sentido del movimiento de manera periódica.

10- Corriente directa. Es una corriente constante, no varía el voltaje, se mantiene con respecto a la dirección y el tiempo.

11- Torque. Es la fuerza aplicada en una palanca que hace rotar alguna pieza.

12- Ductilidad. Es la propiedad de aquellos materiales que, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin llegar a fracturarse.

13- Stuart Macey Geoff Wardle. (2009). H-Point The fundamentals of Car Design & Packaging. Culver City California: Design Studio Press.

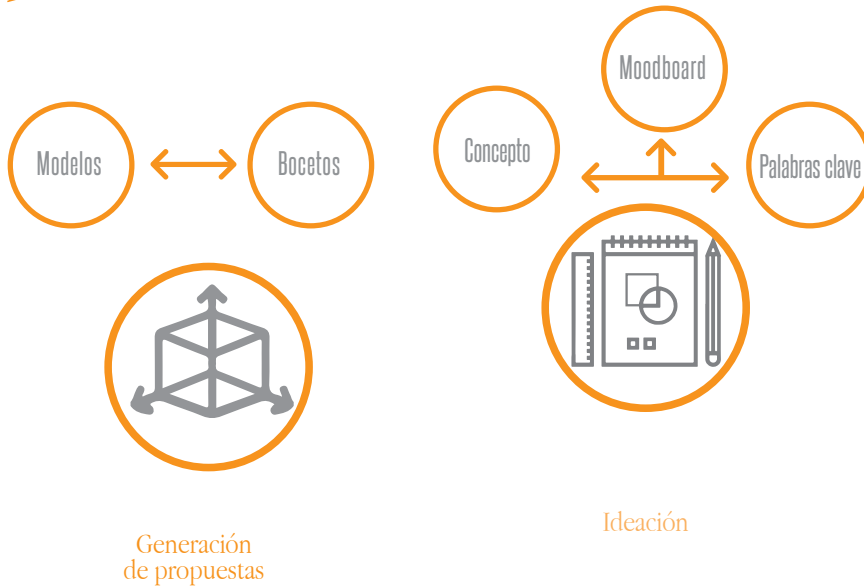
14- Vivek D. Bhise. (2012). Factors ERGONOMICS in the Automotive Design Process. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300: CRC Press.

“E

”

n tanto que haya alguien que crea en una idea la idea vive

José Ortega y Gasset (1883-1955) Filósofo y ensayista español.



En este capítulo se presenta el camino de diseño y desarrollo de la propuesta del vehículo urban concept 2018.

En este capítulo se incluye el trabajo de diseño realizado para llegar a una propuesta final viable para competir en Shell Eco-marathon 2018, para esto se contemplaron todas las conclusiones y especificaciones desarrolladas en la etapa de investigación.

El capítulo se dividió en 2 grupos donde se fue de lo general a lo particular, los dos grupos que componen este capítulo son los siguientes **ideación y generación de propuestas**, en la primera etapa, ideación, fue de suma importancia retomar los atributos de usuario seleccionados en la investigación del libro H-point del capítulo segmento de mercado, a estos atributos los nombramos (palabras clave), sumado a esto se crearon 2 herramientas más como apoyo en la generación de ideas, un moodboard y un concepto de diseño ya que hasta esta etapa del proyecto de tesis no se tenía una dirección clara en lo relativo a elementos estéticos y de configuración formal para el desarrollo del vehículo.

En la etapa de **generación de propuestas** se crearon propuestas volumétricas más aterrizadas que se discutieron con el equipo de ingeniería, esto con el objetivo de analizar su factibilidad a través de bocetos y modelos físicos, este proceso de diseño no fue lineal ya que se tuvieron que ir ajustando detalles con respecto al diseño de la carrocería y de los sistemas del vehículo.

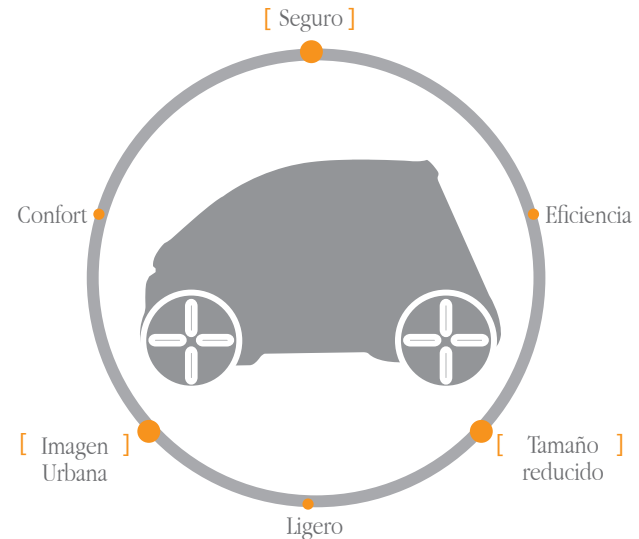
Fig 3. Esquema a detalle etapa de desarrollo
Fuente: Diseño propio

Ideación

Conforme a los datos técnicos establecidos por el equipo de ingeniería, de las especificaciones establecidas por el reglamento y de las conclusiones que se generaron en la etapa de investigación se procedió con la etapa de ideación, hasta este punto del proyecto de tesis sólo se tenía un panorama muy técnico de lo que sería el vehículo, por decir un porcentaje, se tenía el 50% de la configuración del vehículo, por ello el otro 50 % de la configuración era inexistente ya que faltaba el exterior del vehículo, cabe aclarar que, (para esta tesis se decidió no generar un interior al vehículo, sólo se acotó a un interior básico para el piloto de la competencia, como se mencionó en las conclusiones del capítulo de ergonomía, para la configuración externa del vehículo se retomaron las palabras clave que se seleccionaron en el capítulo de segmento de mercado de la investigación, esto con el objetivo de tener recursos formales para la generación de las primeras ideas, dichas palabras sirvieron como pauta para caracterizar la propuesta del vehículo urban concept 2018. De igual forma como se mencionó en la introducción del capítulo no se tenía un concepto de diseño definido, por esta razón se tuvo que generar uno, retomando parte de la investigación y de los insights analizados por los equipos de diseño e ingeniería. Como segundo paso en la etapa de ideación se formuló el siguiente concepto:

"Vehículo concepto de dimensiones reducidas propulsado por motores eléctricos, para dos ocupantes en posición tandem con una imagen exterior actual de ciudad".

Desarrollo/ideación



Retomando las palabras claves se generalizó la siguiente descripción:

La propuesta debe de tener una imagen de vehículo ligero de ciudad, que por su peso tenga la mayor eficiencia posible además de que se perciba como un objeto seguro, ya que es un vehículo dinámico de tamaño reducido, por consiguiente debe de contar con un espacio interior adecuado para el usuario generando un sensación de confort con un manejo óptimo, con entrada y salida simple.

Por lo tanto se hizo una descripción de las palabras clave para así tener mayor claridad en la etapa de ideación.

Seguro

Que el vehículo sea percibido como seguro es de suma importancia, ya que el reglamento exige ciertas características tales como no tener filos, esquinas redondeadas y elementos flexibles para componentes exteriores pues de eso depende pasar la inspección técnica en la competencia. Para lograr que el vehículo se perciba de esta manera se aprovechará la forma, los materiales, los colores y la imagen general del vehículo.

Formas redondeada: Las formas curvas, contrario a las formas muy anguladas o facetadas, son percibidas como menos agresivas y peligrosas. Por formas curvas, podemos entender formas continuas, de superficies fluidas, y sin ángulos filosos.

Paleta de colores: La paleta de colores debe de mostrar actitud, seguridad y además debe ser asociada con un vehículo de ciudad.

Formas claras: Por formas claras se entiende que el conjunto de líneas y volúmenes se perciba como un vehículo que tenga una envolvente en donde se mantengan todos los componentes mecánicos cubiertos y se entienda cómo funciona.

Imagen urbana

Que la imagen del vehículo se perciba como la de otro vehículo más de la ciudad es de suma importancia ya que

en la competencia en la categoría urban concept se pierde esta imagen ya que pesan más los factores de ingeniería y no se tiene un diseño claro, por consiguiente se tiene que percibir como un objeto contemporáneo, entendiendo contemporáneo como un objeto que se adapta a su tiempo y contexto, así como a las tendencias de diseño de su época.

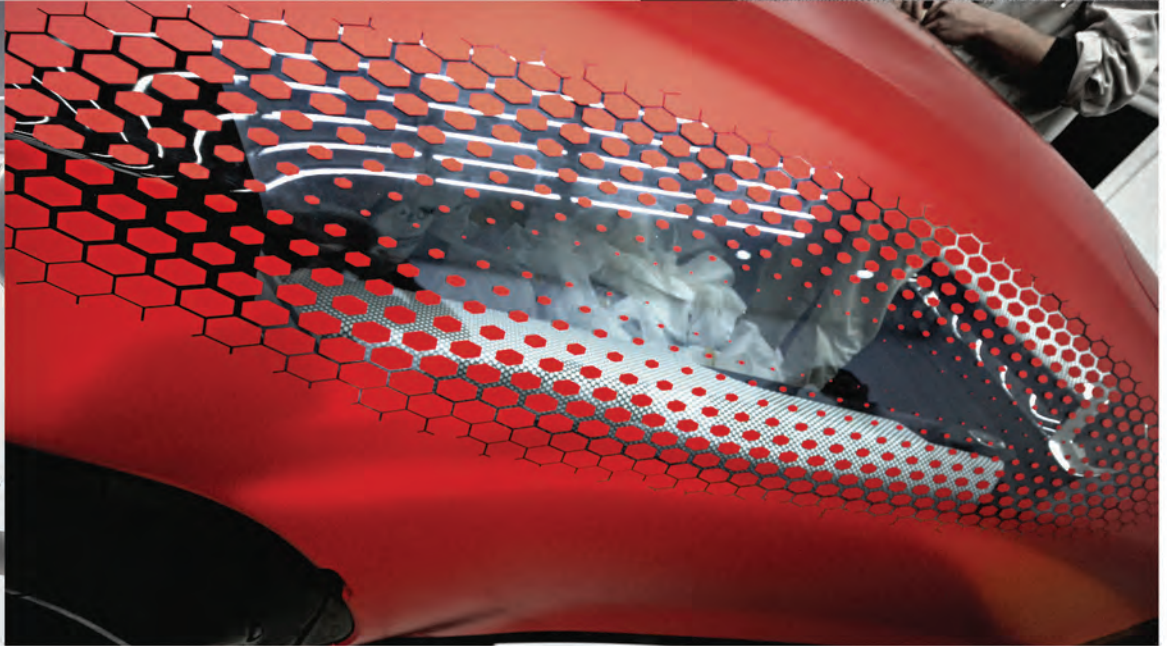
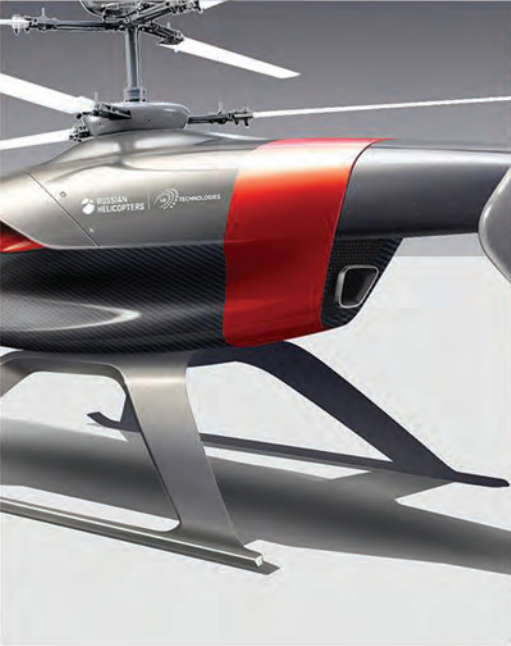
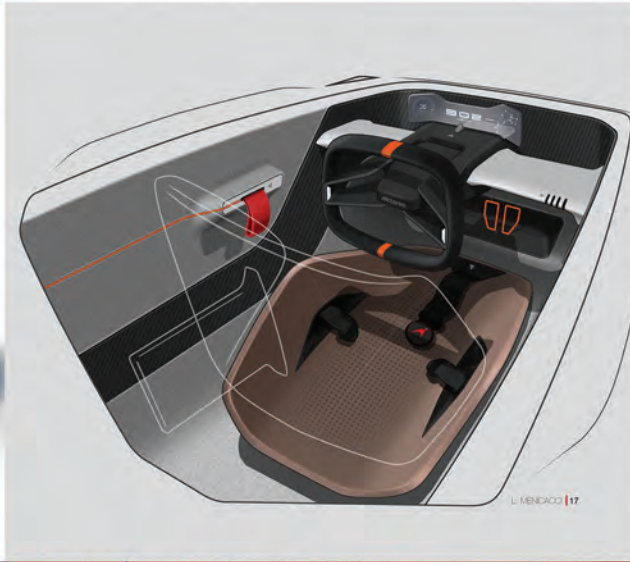
Tamaño reducido

Al ser un vehículo de dimensiones reducidas en comparación con un vehículo sedan, se tenía que percibir en una proporción adecuada en relación a los demás componentes, es decir, los faros, las calaveras, espejos retrovisores etc. Esto es un factor relevante ya que se observó que en los vehículos campeones de la categoría urban concept estos elementos pasaban a un segundo plano, sólo se implementaban como requisito del reglamento y no se consideraban en la visión general del diseño del vehículo.

Moodboard

Como tercer paso en la etapa de ideación fue generar un moodboard, esto con el objetivo de plasmar gráficamente las palabras clave y así generar una línea más clara por la cual seguir en la etapa de desarrollo.

Fig 31. Equema a detalle etapa de desarrollo
Fuente: *Diseño propio*





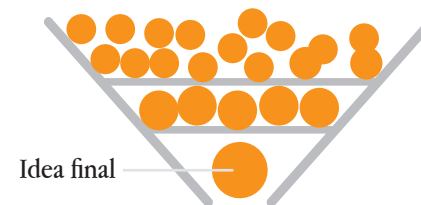


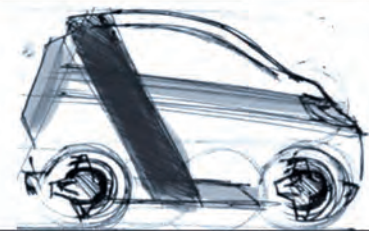
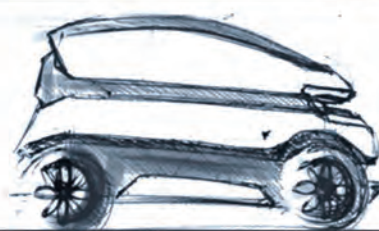
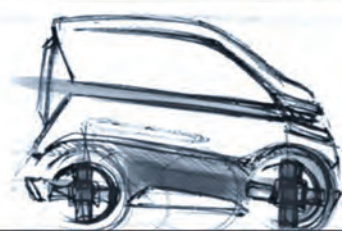
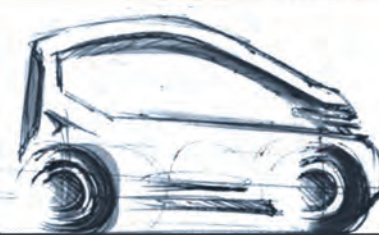
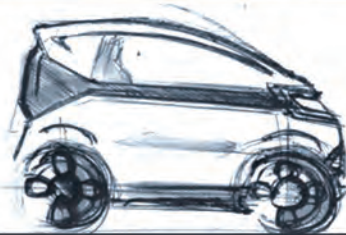
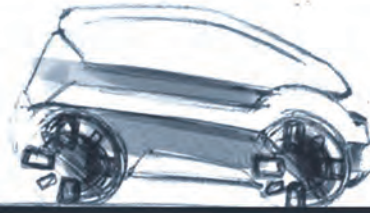
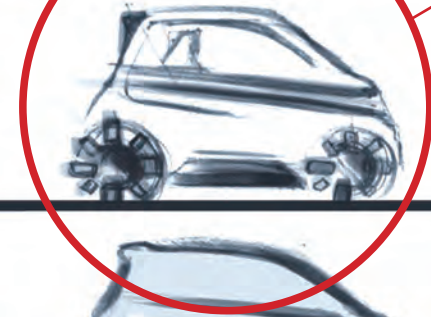
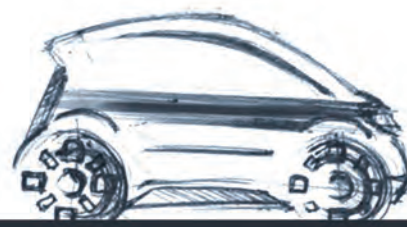
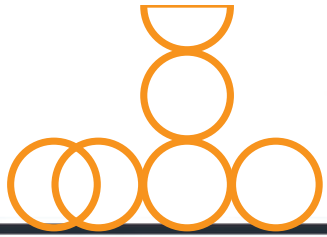
En este capítulo se resumen todas las consideraciones de diseño antes expuestas en el capítulo de investigación y en la etapa de ideación, se presenta el desarrollo de la propuesta de forma consisa para el vehículo urban concept 2018, desde la generación de propuestas y elección de los bocetos, hasta el refinamiento y desarrollo de la configuración final en 3D.

En esta etapa del proceso de diseño se requirió hacer una combinación entre bocetos y modelos volumétricos sencillos (sin tanto detalle), como primer acercamiento se procedió a sacar la proporción a través de círculos de las medidas establecidas en el package final, esta forma de proporcionar un vehículo se tomó de la metodología H-point, esto con el objetivo de eficientar el proceso de ideación a través de bocetos de la vistas lateral, esto se hizo puesto que es de las vistas que proporciona mayor información en un vehículo pero a su vez es limitada, por ello se requirió generar modelos volumétricos auxiliares para así analizar las superficies en 3D en su totalidad.

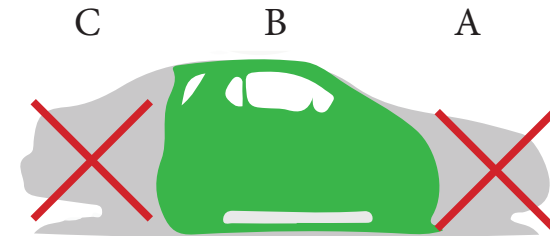
Esta combinación entre bocetos y modelos fue un proceso iterativo imprescindible para la generación de las primeras ideas, como segundo paso se generaron bocetos y modelos de arcilla con mayor detalle, este segundo paso sirvió para comparar las distintas ideas en sus aspectos formales y evaluar el camino a seguir para la idea final

Imagen página posterior: Bocetos en pared urban concept 2018
 Fig 32. Equema etapa de desarrollo ideación
 Fuente: Diseño propio





KEY SKETCH



La proporción lateral se tomó de la medida de la llanta, de su distancia entre ejes y de la altura máxima estipulada por el paquete final que va de la mano con el reglamento de la competencia 2018, con esta proporción se inició el proceso de bocetaje, en esta etapa se buscó generar propuestas de un vehículo mono volumen, es decir al tener las medidas del segmento de micro-coches, el volumen de la cajuela (C) y del área del motor (A) no se contemplan como elementos aparte sino que se integra la cajuela y el área del motor en un mismo volumen por ello el nombre de mono-volumen.

A la par se generaron modelos volumetricos, esto con el objetivo de comprender el volumen del vehículo en 3D ya que la vista lateral, como inicio, ayudó a plasmar las primeras ideas pero se requería más información tanto del frente como de la parte posterior. En estas primeras propuestas se esbozaron los primeros acercamientos de la ubicación de faros y demás elementos externos.

Fig 33. Equema volúmenes de vehículos

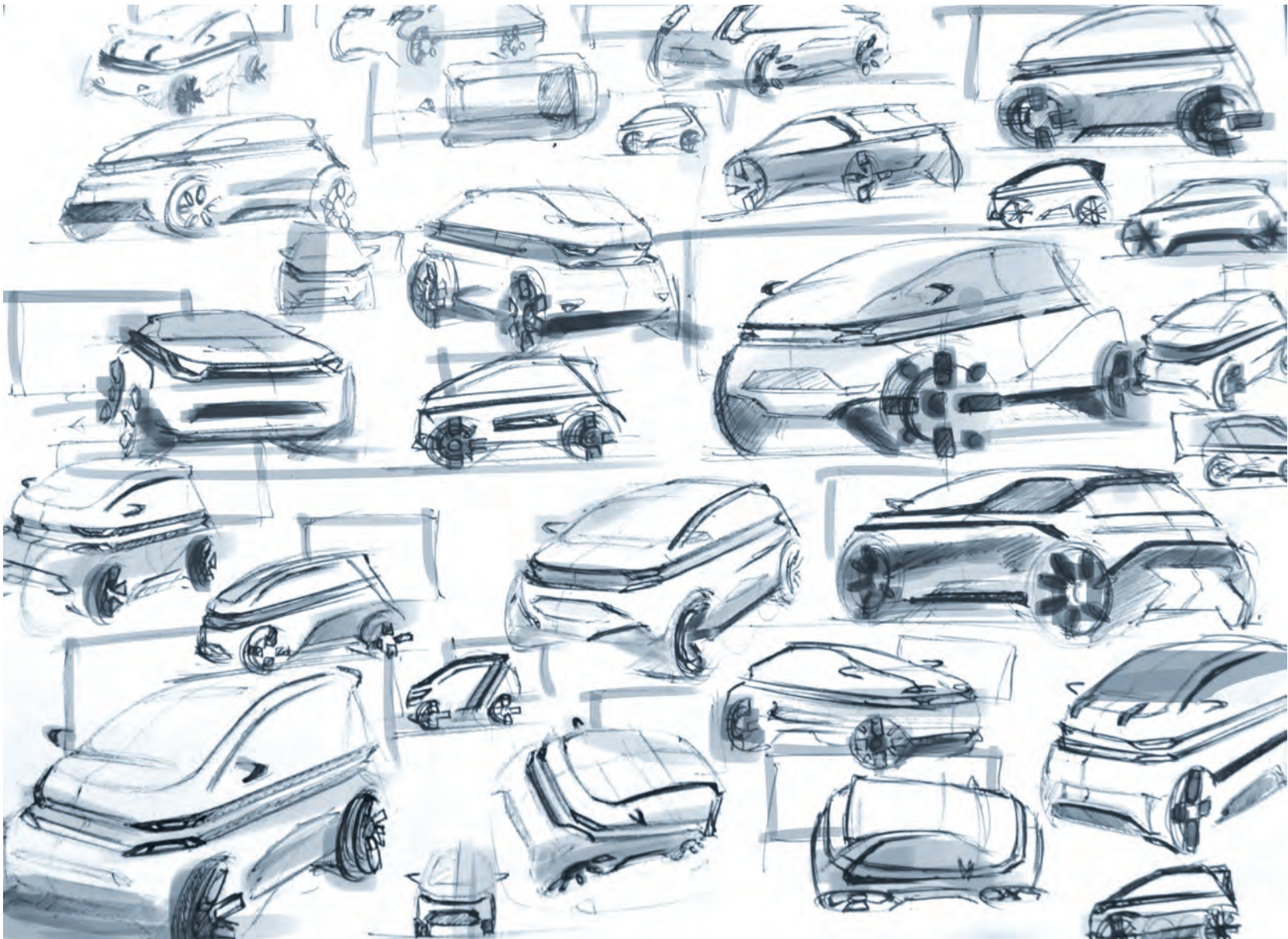
Fuente: *Diseño propio*

Imagen página posterior. Bocetos vista lateral

Fuente: *Diseño propio*

Imagen. Modelos volumétricos

Fuente: *Diseño propio*





Una vez realizada la exploración de las propuestas en la vista lateral y con el apoyo de los modelos volumétricos se eligió el boceto con mayor relevancia en aspectos formales que desde nuestro punto de vista cumplía con las consideraciones expuestas en la etapa de ideación. A este boceto en la industria automotriz se le conoce como key sketch o boceto maestro. De aquí partió la exploración de este boceto seleccionado generando diferentes vistas, de igual forma fueron bocetos sin tanto detalle, en esta etapa lo que se buscó fue generar distintas propuestas con base en la vista lateral seleccionada, a la par se generaron modelados en arcilla en diferentes escalas como apoyo para entender el comportamiento de las superficies y de la forma del vehículo en su totalidad.

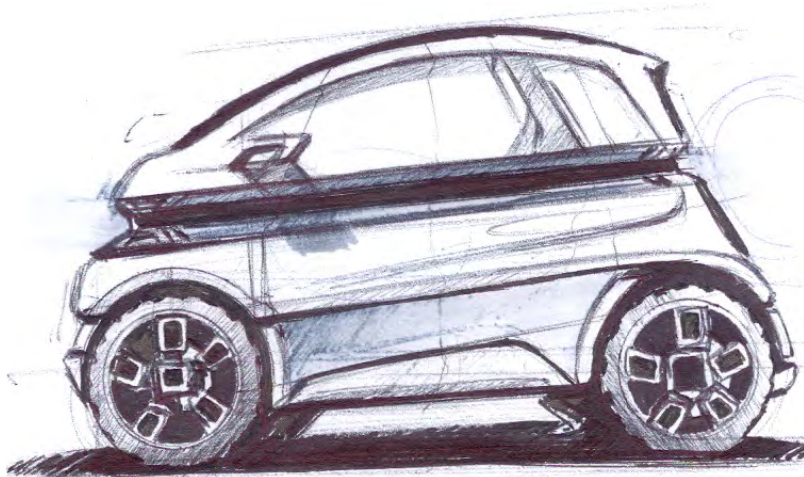
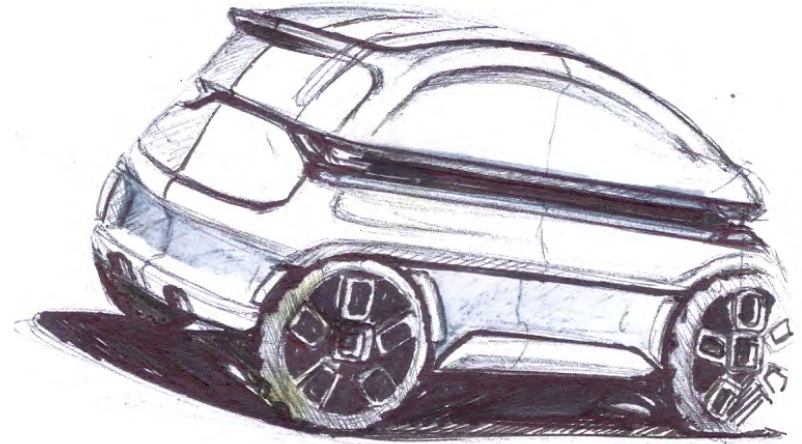
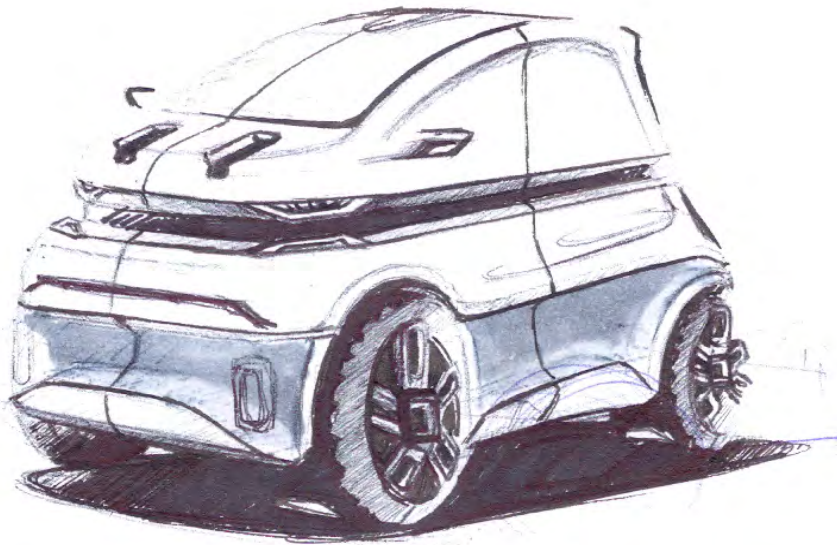


Imagen página posterior. Bocetos ideación

Fuente: Diseño propio

Imagen. Modelos en arcilla a detalle

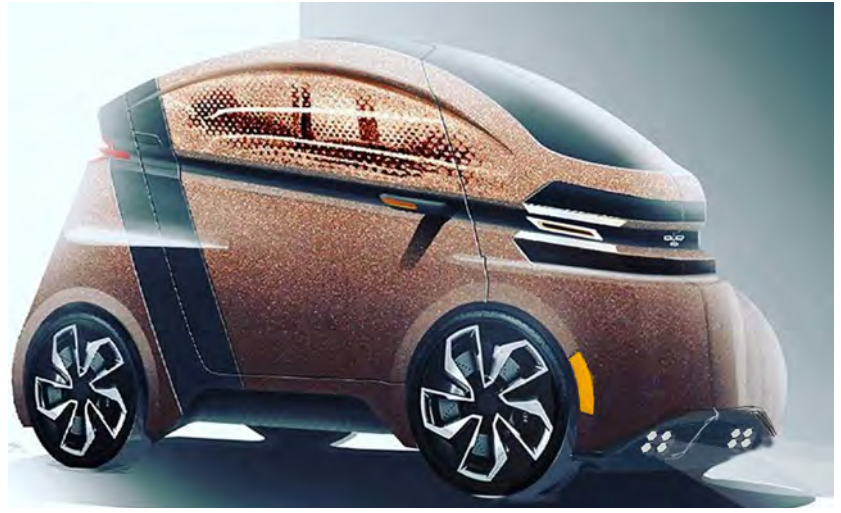
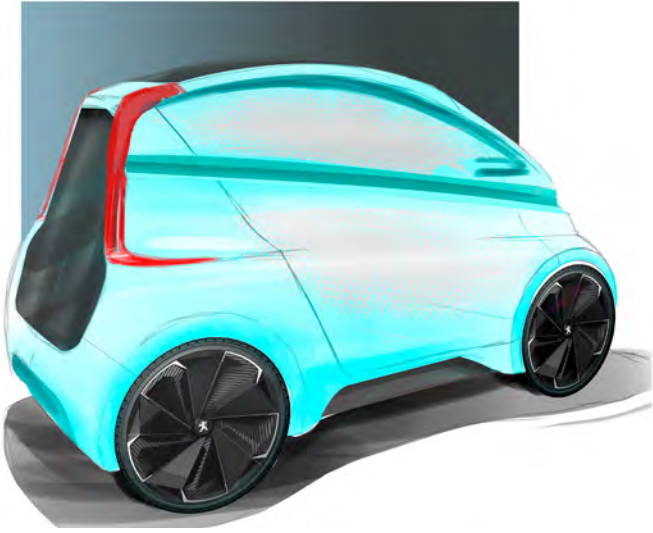
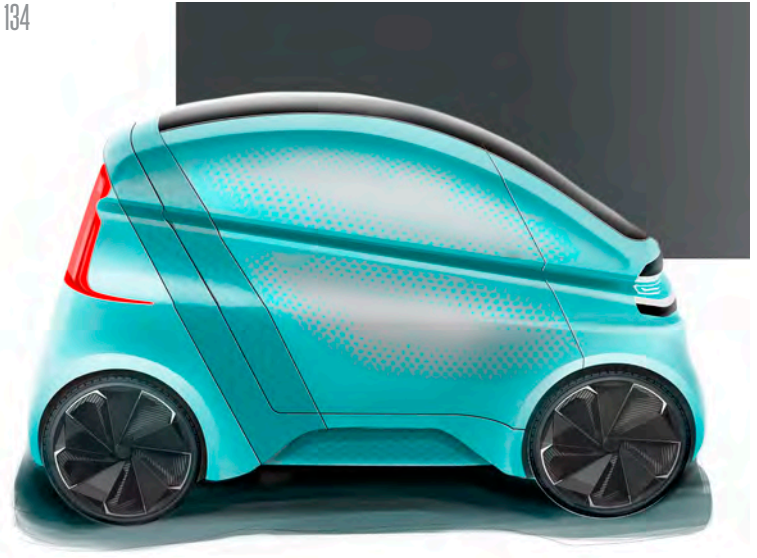
Fuente: Diseño propio



Una vez realizadas las diferentes vistas se fue definiendo el volumen principal de la propuesta y los elementos exteriores que la componen, en esta parte de refinamiento de la propuesta fue necesario la realización de bocetos con mayor detalle. Esto fue a través de bocetos digitales para entender con mayor claridad como se comportaban las superficies.

En esta etapa de refinamiento fue necesario realizar un modelo final de arcilla escala 1:5 con el objetivo de visualizar la propuesta en su totalidad.

Imagen página posterior. Bocetos a detalle urban concept 2018
Fuente: *Diseño propio*





Imágenes. Modelo de arcilla propuesta urban concept 2018
Fuente: *Diseño propio*

Conclusiones



En este capítulo se hace un recorrido por el proceso de desarrollo de la propuesta urban concept 2018. Es importante mencionar que el proceso y los hallazgos presentados en esta sección del documento, fue mucho más extenso, y lo que se muestra aquí son elementos clave para entender los pasos tomados en el desarrollo de la propuesta.

El mayor reto de diseño al cual nos enfrentamos para poder proporcionar los diferentes componentes exteriores del vehículo en un solo mono-volumen fue la altura del vehículo, esto por que los 130 cm que estipula como máximo el reglamento choca con las proporciones que tienen los vehículos del segmento A, en específico el vehículo SMART de Mercedes Benz en el cual su altura va de entre los 140 y 148 cm, entonces en las primeras propuestas se percibía un mono-volumen aplastado, por consiguiente se logró equilibrar esta situación colocando un bajo relieve que recorría todo el vehículo separándolo en dos superficies horizontales, este análisis se hace con mayor detalle en la descripción de la propueta final en el capítulo siguiente.

Esta etapa de desarrollo dio como resultado una propuesta de vehículo mono-volumen acotado por el reglamento 2018 de la competencia Shell Eco-marathon categoría urban concept en conjunto con las características mencionadas en la etapa de investigación e ideación y sobre todo acotada a los requerimientos que estipuló el equipo de ingeniería.

Propuesta final

En las siguientes páginas se muestra la presentación de la propuesta final del vehículo urban concept para la competencia de Shell Eco-marathon 2018

Este capítulo se dividió en 3 grupos que son los siguientes:

diseño final, en esta etapa se hace una descripción de la propuesta formal y las características principales del diseño final del vehículo urban concept a manera de conclusión de la etapa de diseño, dando camino a la etapa de manufactura del prototipo ya que el objetivo desde un inicio fue realizar un prototipo funcional para competir en Shell Eco-marathon 2018

El apartado de **Ingeniería** pertenece a los alumnos del Instituto Politécnico Nacional Unidad ESIME Culhuacán y por cuestiones de sus proyectos de titulación esta información es confidencial y no se muestra en este documento.

En la etapa de **manufactura del prototipo** se muestra el largo proceso de fabricación del vehículo desde el ensamble del chasis, componentes mecánicos y eléctricos, hasta la fabricación de la carrocería.



Manufactura de prototipo

Introducción/propuesta final



Ingeniería



Diseño final

PROPUESTA FINAL

Fig 34. Esquema etapa propuesta final
Fuente: Diseño propio

“ E ”

ureka

Arquímedes





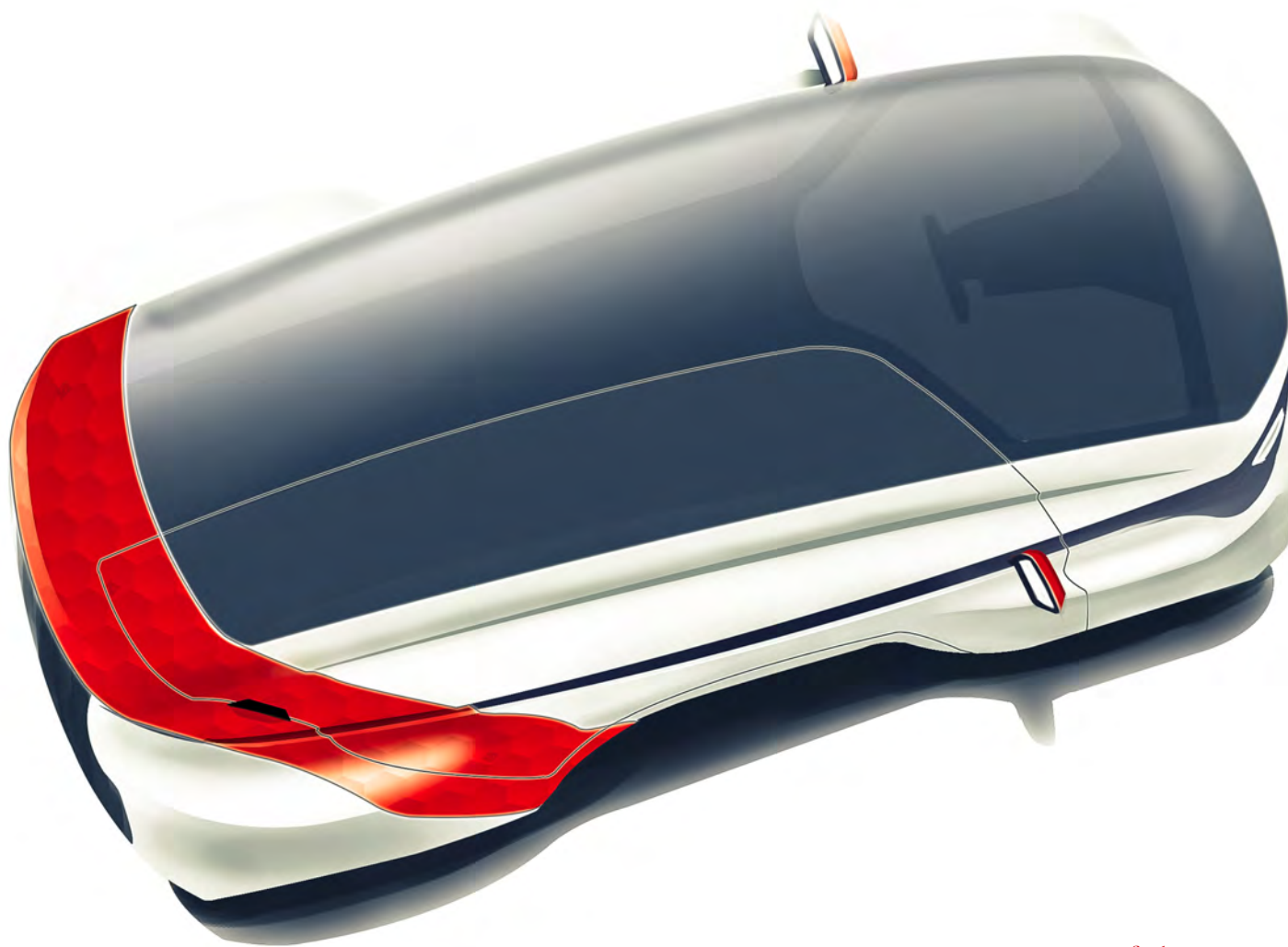


Imagen: Propuesta final
Fuente: *equipo urban concept*

Conclusiones

Se logró generar el diseño final del vehículo urban concept con una imagen de ciudad, esto se logró integrando de forma acertada aspectos de función ergonomía y estética:

Los aspectos de **función** se proyectaron desde un inicio por el equipo de ingeniería el cual resolvió de forma óptima los distintos sistemas dentro del vehículo en donde se obtuvo la integración completa de los sistemas a la arquitectura general de la propuesta final, esto fue el resultado del análisis del reglamento y de entender las características principales que componen a un vehículo eléctrico.

Los factores **ergonómicos** fueron la pauta principal para la distribución general de los espacios de la propuesta final ya que se diseñó en todo momento para que cualquier usuario pudiera hacer uso del vehículo, logrando resolver la principal problemática que observamos en el diseño de los demás competidores, que sólo diseñaban para un usuario en específico (piloto de talla pequeña) esto fue a través de la fundamentación de todas las medidas de la propuesta final con normas SAE, normas que acotaron de forma acertada la posición del piloto y así mismo sirvieron de guía para la distribución de la arquitectura general del vehículo.

Los factores **estéticos** fue el resultado final de un diseño más cercano a los aspectos formales estéticos de un micro-coche del "segmento A" despejado completamente de la visión general de los diseños encontrados en la categoría urban concept de la competencia Shell Eco-marathon, en la cual sólo se perciben como vehículos bala de competencia, esto se consiguió mediante el desarrollo de varias propuestas logrando proporcionar cada aspecto de la propuesta final a la visión de un coche de ciudad, pese a las limitantes de dimensiones que estipula el reglamento.

En este caso los factores de producción no son mencionados ya que la propuesta final es un esbozo de un vehículo concepto para una competencia estudiantil.

Manufactura de prototipo

Una vez realizado el diseño final de la propuesta urban concept, en donde se contemplaron todos los aspectos de ingeniería y de diseño, características que se definieron en la etapa de desarrollo, se procedió a realizar el prototipo funcional escala 1:1. Este fue un camino largo a seguir, pero divertido, puesto que fue la materialización y fruto de todo el trabajo realizado en las capítulos de investigación e ideación de la propuesta. A continuación se hace un breve relato de lo que fueron los pasos a seguir para la manufactura del prototipo, cabe resaltar que lo mostrado en fotos solo es un pequeño acercamiento a lo que fue todo el proceso de manufactura, en donde se tuvieron que realizar diferentes ajustes y toma de decisiones para el correcto funcionamiento del prototipo para la competencia.

El primer paso a manufacturar fue el chasis puesto que el diseño y modelado 3D ya estaba realizado por parte del equipo de ingeniería desde las primeras etapas de este proyecto.

El segundo paso fue realizar los componentes mecánicos y eléctricos, esto se decidió por dos cuestiones, la primera es que al igual que el chasis ya se tenían diseñados los componentes hasta nivel de planos y la segunda cuestión y más importante es que el objetivo principal era ir a competir a Shell Eco-marathon America, donde el equipo contaba con poco tiempo para terminar el prototipo y enviarlo, por consiguiente se decidió darle prioridad y acabar con los componentes principales

tanto del chasis como de la mecánica y electrónica, dejando en segundo plano cuestiones estéticas. Esta decisión se tomó por que en competencias pasadas se le invertía más tiempo a los componentes estéticos que a la parte funcional, por ello no quisimos repetir el mismo error y por eso decidimos terminar lo funcional para después dar paso a lo estético. Una vez realizada la manufactura de los componentes principales que fueron el chasis, las transmisiones para los motores eléctricos, las modificaciones a los rines, el correcto funcionamiento de la dirección, suspensión, frenos, habitáculo y de la electrónica, se comenzó con la manufactura de la carrocería.

En la manufactura de la carrocería es donde se encontró mayor problema en su realización debido a que no se logró terminar un modelado 3d para esta etapa del proyecto, etapa muy cercana a la competencia, y en donde los recursos económicos estaban por agotarse, por ello se decidió esculpir a mano en unicel la matriz para la carrocería tomando como referencia el modelado en arcilla escala 1:5, para después enfibrar y así generar la carrocería esto con el objetivo de no tener que generar moldes y ahorrarnos ese costo.

A continuación se muestran una serie de fotografías de lo que fue el proceso de manufactura desde el maquinado de piezas mecánicas hasta el lijado de la carrocería.

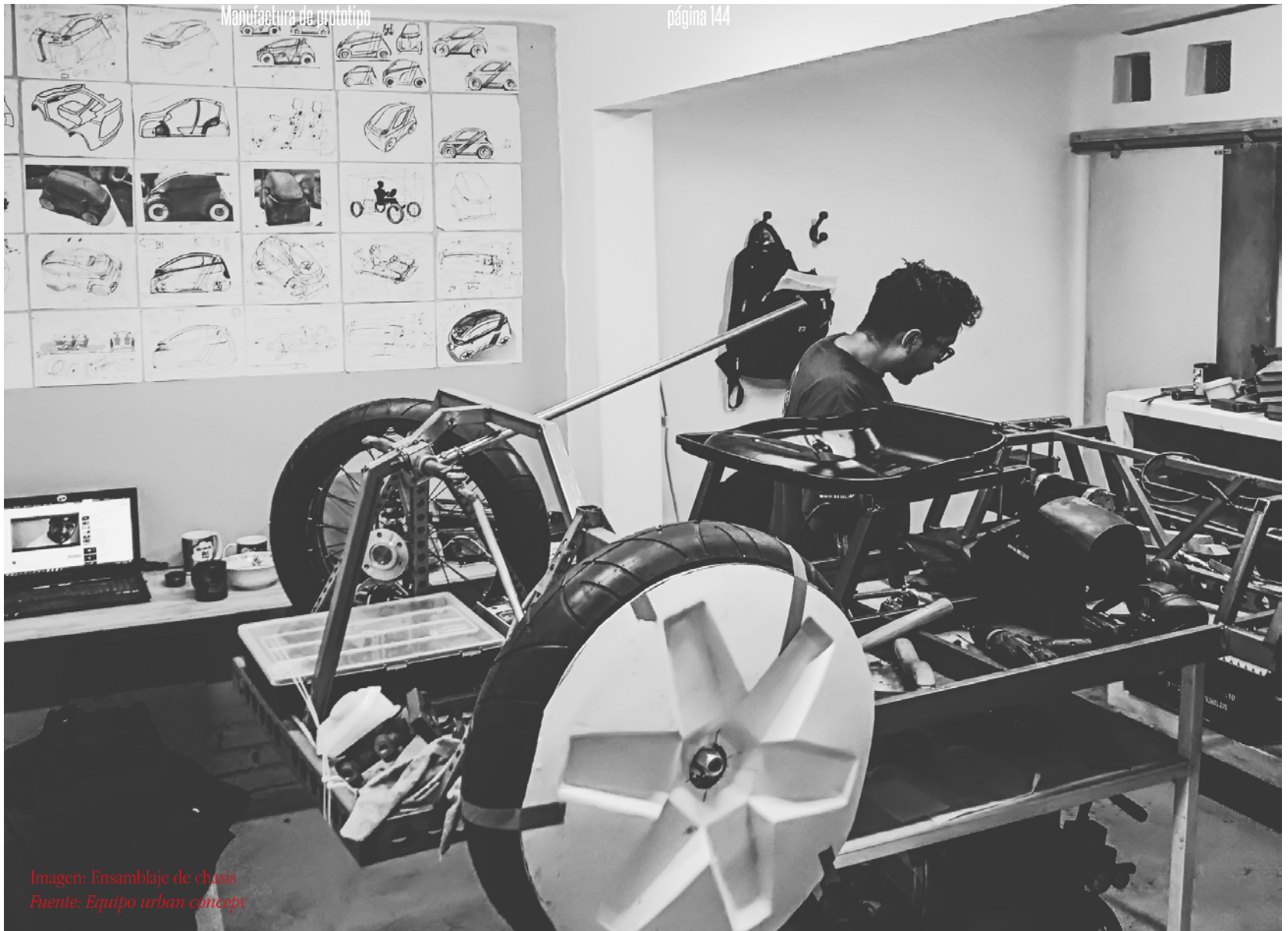
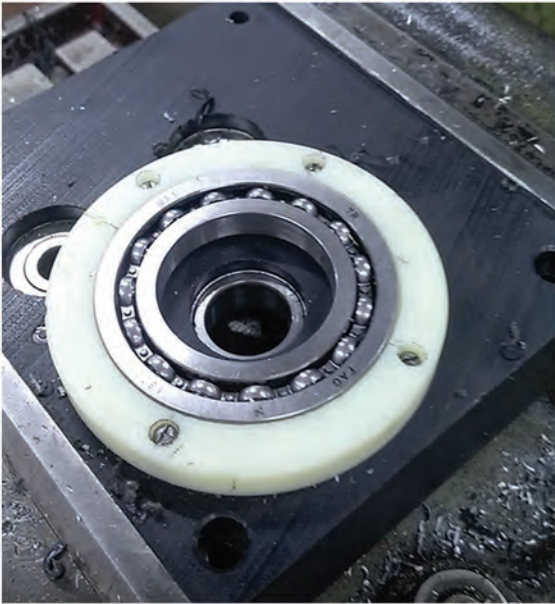
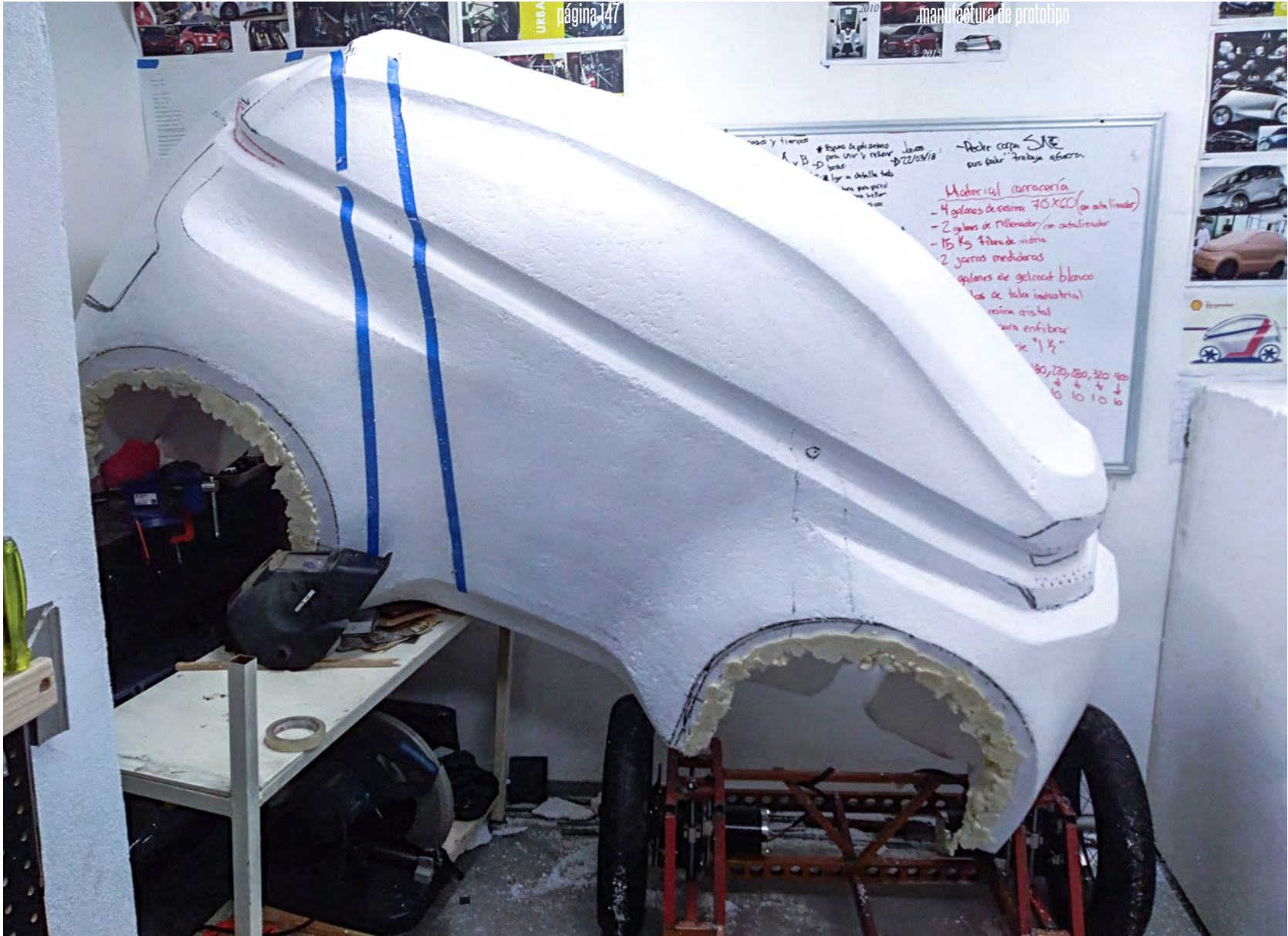


Imagen: Ensamblaje de chasis
Fuente: *Equipo urban concept*

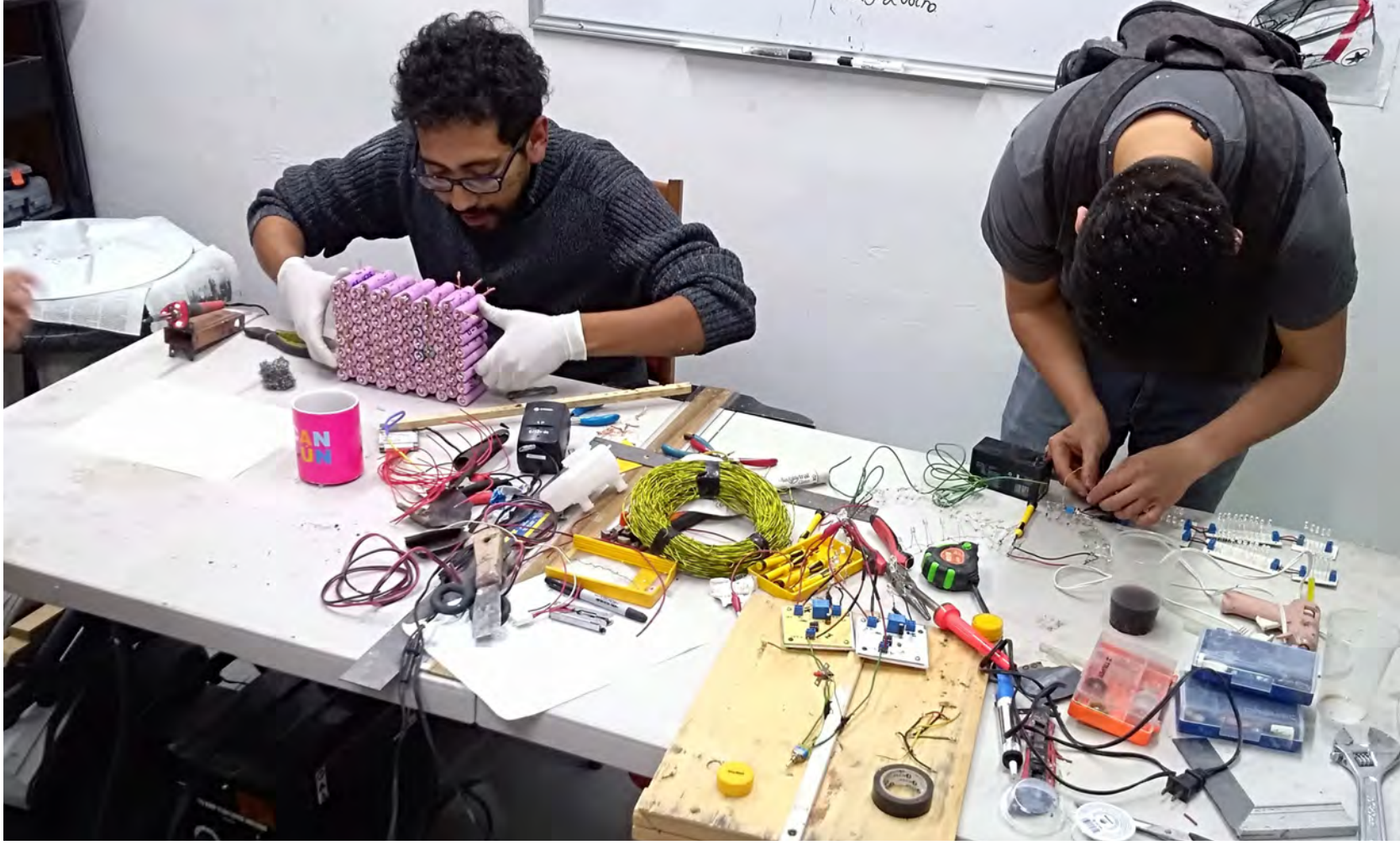






manufactura de prototipo

- Color púrpura y naranjas
- Caja [mm]
L X H X W
500 x 100 x 200
- Cuadro ATX
- Laminas 35x35 (20x22, carpinter)
- Poliestireno transparente Acrilplast. 3v 6mm (probise)
- Remaches $\frac{1}{8}$
- Tornillos killswitch $\frac{1}{4} \times 3,5'$
- Deposito liquido de buses
- Casco Bajo.
- Bisagra Ucho



Conclusiones

Como se menciona en la introducción esta etapa fue de las más laboriosas ya que se tuvieron que manufacturar bastantes piezas para que el vehículo funcionara correctamente en cuestión de componentes eléctricos y componentes mecánicos. Esto significó horas detrás de los tornos en los talleres donde se hicieron sacrificios de tiempo y dinero para lograr el mejor resultado, esto no hubiera sido posible sin la gran ayuda de todos los profesores del área de talleres del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial UNAM, sumado a esto, en esta etapa logramos terminar con éxito el prototipo funcional a pesar de los contratiempos, de la falta de recursos y de los ajustes repentinos en fechas por parte de los organizadores de Shell.

Como conclusión considero que más allá de lo que es construir un vehículo, lo importante es el conocimiento adquirido en este tipo de competencias universitarias como lo es fórmula SAE, Mini Baja SAE, Aerodesign y en concreto Shell Eco-marathon que nos forzó como diseñadores e ingenieros a hacer más con menos. A qué me refiero con esto, en la gran mayoría de estos equipos el presupuesto es limitado o nulo, por consiguiente el mismo proyecto te obliga a diseñar de una forma congruente, a resolver cualquier dificultad de la manera más óptima con presupuestos bajos, en específico en la etapa de manufactura; es aquí donde aprendimos que lo modelado en CAD no siempre va a funcionar al 100 % en la vida real, que se necesitan realizar ajustes, contemplar tolerancias, entender los procesos de manufactura, el comportamiento de los materiales, el herramental a ocupar y sobre todo la gestión de los tiempos en esta etapa.

He aquí lo importante que son este tipo de competencias ya que generan un conocimiento y experiencia más cercana de los escenarios a resolver en la vida profesional ya que nos enfrentamos a distintas variables fuera de nuestro control.

Imagen página anterior: equipo de ingeniería armando batería de litio

Fuente: equipo urban concept

Referencias, notas y fuentes

- 14-** Vivek D. Bhise. (2012). Factors ERGONOMICS in the Automotive Design Process. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300: CRC Press.

Competencia

En este último capítulo se hace una cronología de la competencia Shell Eco-marathon America 2018 a manera de relato, esto con el objetivo de explicar cada etapa de la competencia, de los aciertos y dificultades que tuvo el equipo al momento de participar.

Antes de relatar cada etapa de la competencia primero hay que contextualizar el camino rumbo a ella, ya que el equipo sorteó diferentes dificultades dado que tomamos la decisión, semanas antes, de declinar el envío del vehículo. Este envío es patrocinado año con año por parte de la empresa Shell. Esto se decidió puesto que Shell modificó la fecha de envío acordada por ambas partes, en donde se nos restarían tres semanas de trabajo, por consiguiente el envío del vehículo corrió a cuenta del equipo para así evitar dicho retraso de trabajo.

Esta decisión implicó buscar una nueva forma de trasladar el vehículo prototipo, de México a Estados Unidos por nuestra cuenta, esto se hizo en dos partes, en primera instancia fue a través de la empresa GRUPO CASTORES empresa dedicada al transporte de mercancía y paquetería en todo el país, donde tuvimos la fortuna de hablar con los directivos y explicarles nuestra situación, logrando el envío a Tijuana y el regreso del vehículo a la Ciudad de México patrocinado por ellos al realizarnos un descuento de más de la mitad del costo del envío.

Competencia/introducción



COMPETENCIA

Fig 35. Esquema de competencia
Fuente: Diseño propio

“H

”

ay que intentar ser el mejor, pero nunca creerse el mejor

Juan Manuel Fangio (1911-1995) - Campeón del Mundo de F1 1951-1955-1956-1957

El equipo voló de la Ciudad de México a Tijuana. El segundo paso fue el traslado del prototipo de la Ciudad Tijuana a la sede de la competencia ubicada en Sonoma California, USA, esto se hizo vía terrestre a través de la renta de una camioneta de carga y de un vehículo compacto para el traslado del equipo, esto no hubiera sido posible sin la ayuda del egresado de la ESIME Culhuacán, Ing. Andrés Ávila y su familia quienes amablemente nos brindaron todo su apoyo y guía en nuestra estadía en Tijuana.

De la ciudad de Tijuana el equipo se trasladó a Sonoma Raceway en donde se tuvo un contratiempo en la garita de Otay (frontera) ya que la camioneta de carga donde iba el prototipo tuvo que pasar a una segunda revisión por cuestiones de los protocolos de seguridad de Estados Unidos, "aquí hago un parentesis ya que por experiencias pasadas en vehículos de baja SAE, como de Shell si se trasladan vía terrestre no hay ningun problema en pasarlos a Estados Unidos ya que son tomados como vehículos de competencias, siempre y cuando se lleve un documento que avale la participación en dicha competencia", una vez pasada la revisión en la frontera el equipo hizo un viaje de 14 horas para llegar a la sede de la competencia, la pista de carreras Sonoma RACEWAY.

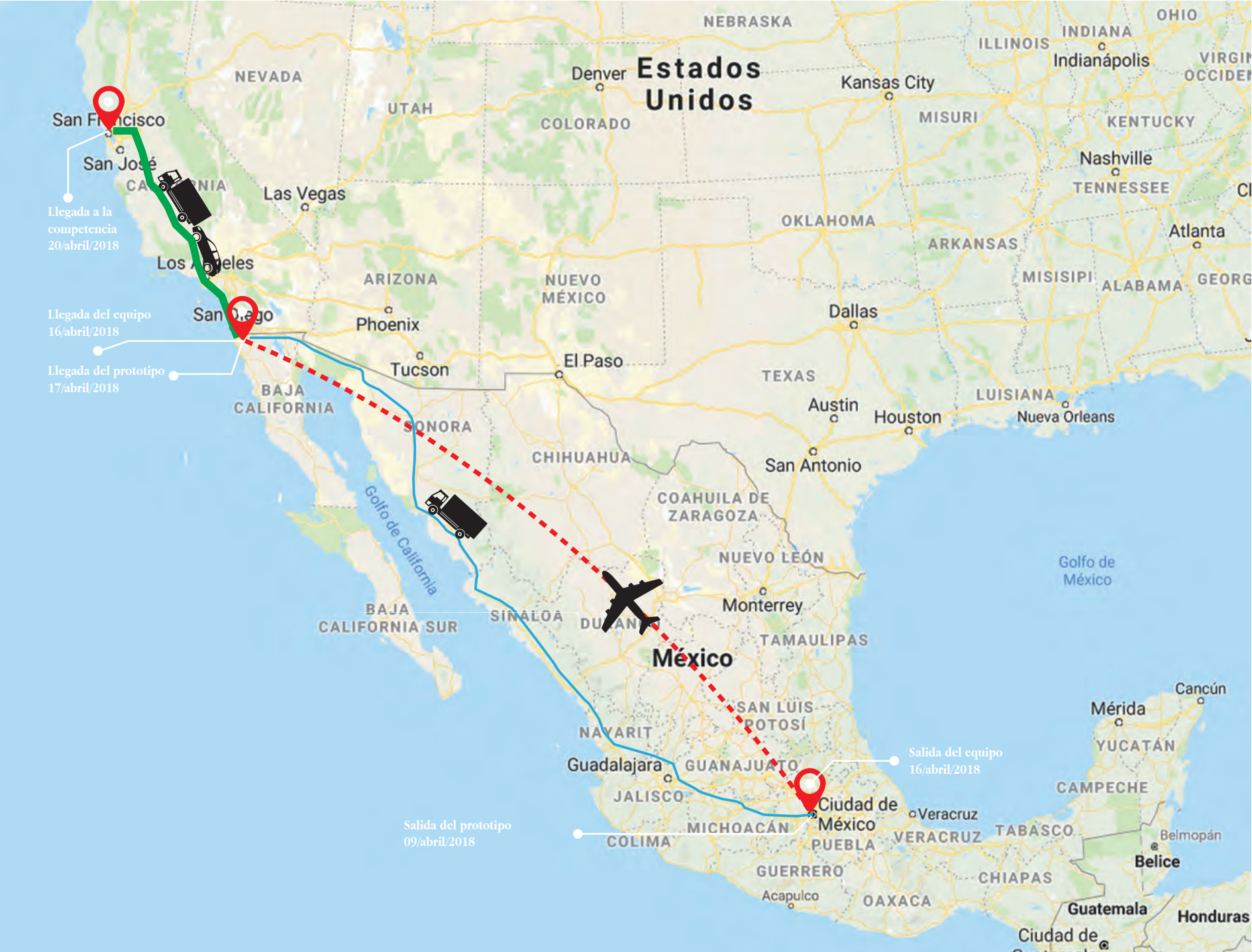
Imágenes: Rumbo a la competencia Shell Eco-marathon 2018

Fuente: *equipo urban concept*

Fig 36. Esquema ruta a la competencia

Fuente: Diseño propio





Estados Unidos

México

San Francisco

San José

Llegada a la competencia
20/abril/2018

Los Angeles

Llegada del equipo
16/abril/2018

San Diego

Llegada del prototipo
17/abril/2018

BAJA CALIFORNIA

SONORA

CHIHUAHUA

BAJA CALIFORNIA SUR

SINALOA

DUARTE

COAHUILA DE ZARAGOZA

NUEVO LEÓN

Monterrey

TAMAULIPAS

NAVARRIT

Guadalajara

JALISCO

COLIMA

MICHOACÁN

SAN LUIS POTOSÍ

Ciudad de México

PUEBLA

GUERRERO

OAXACA

Salida del equipo
16/abril/2018

Veracruz

VERACRUZ

TABASCO

CAMPECHE

CHIAPAS

Guatemala

Honduras

Golfo de México

Golfo de California

NEVADA

UTAH

COLORADO

NEBRASKA

Denver

Kansas City

MISURI

ILLINOIS

INDIANA

OHIO

VIRGINIA OCCIDENTAL

KENTUCKY

Nashville

TENNESSEE

Atlanta

GEORGIA

MISISIPPI

ALABAMA

OKLAHOMA

Dallas

ARKANSAS

ARIZONA

Phoenix

Tucson

NUEVO MÉXICO

El Paso

TEXAS

Austin

Houston

LUISIANA

Nueva Orleans

CHIUAHUA

San Antonio

COAHUILA DE ZARAGOZA

Mérida

YUCATÁN

Cancún

CAMPECHE

Belice

Ciudad de México

Inicio de la competencia Shell Eco-Marathon 2018 (America)

El equipo llegó a la pista en la madrugada del 20 de Abril, en donde se armaron las casas de campaña con algunas dificultades técnicas y se procedió a descansar un par de horas para iniciar el día con el registro oficial a la competencia.

En el registro no se tuvieron inconvenientes salvo cuestiones de logística para otorgarnos el cheque que da la competencia a cada equipo como incentivo por haber llegado a participar, que se resolvieron en el transcurso de la competencia. Sumado a esto se decidió cambiar de integrante como capitán ya que Shell nos dio la recomendación de que el capitán debía hablar con fluidez el inglés. Por cuestión de comunicación con los jueces se hizo el cambio por otro integrante sin ninguna dificultad, de ahí se procedió a ubicar nuestro espacio asignado dentro de los pits, se continuó con la descarga de la herramienta y del prototipo de la camioneta de carga.

Después del registro una parte del equipo se concentró en el armado del vehículo y la otra parte se enfocó en ir a comprar componentes que se dañaron durante el camino a la competencia o que hacían falta (luces traseras de freno, anclaje de carga, espejos retrovisores y víveres), de aquí la importancia de contar con un vehículo rentado para poder hacer traslados a diferentes puntos, esto tomó mayor relevancia ya que la pista de carreras se encontraba en un punto fuera de la ciudad de Sonoma, por consiguiente no había comercios a los alrededores y fue necesario hacer grandes recorridos en coche para hacer dichas compras.

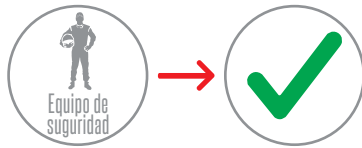


Imágenes: registro a la competencia Shell Eco-marathon 2018
Fuente: equipo urban concept



Inspección técnica

Como se mencionó en el análisis del reglamento la competencia exige a los equipos aprobar dos fases de inspección, tanto técnica como de seguridad, esto se hace para garantizar la integridad de los pilotos e integrantes de los equipos dentro y fuera de la pista. El equipo trabajó todo el día del viernes 20 de abril para poner a punto el prototipo y así realizar la inspección el día sábado 21 de abril, a continuación se describen los aciertos y problemas que tuvimos durante la inspección, se enlistan en el orden en que se fueron aprobando dichas pruebas.



En esta prueba se revisó el equipo de seguridad del piloto (casco con normativa vigente, guantes, overol de protección NOMEX y se pesó al piloto, se aprobó sin ningún inconveniente. Cabe aclarar dos situaciones que se nos presentaron, en primer lugar el casco llegó por DHL desde México ya que no se documentó en el equipaje del equipo por un descuido y no se permite llevarlo en la zona de asientos como equipaje de mano ya que es considerado un objeto contundente y no lo permite las normativas de las aerolíneas, el segundo punto es que el equipo de seguridad del piloto fue prestado por el equipo deportivo Formula SAE de la UNAM, lo menciono por que este es un ejemplo del apoyo entre

equipos deportivos universitarios, sin su ayuda no se podría haber participado en la competencia puesto que ya no contábamos con los recursos para comprar todo el equipo de seguridad del piloto.



La siguiente prueba fue pesar el vehículo, en la cual el reglamento indica que el vehículo debe de pesar menos de 250 kg, dando como resultado que el vehículo pesó 150 kg. Aunque el vehículo pasó la prueba fue un poco desconcertante porque se planteó desde la etapa de diseño e ingeniería que el peso total oscilaría entre 100 y 115 kg. Atribuimos el exceso de peso a los problemas que se tuvieron en la etapa de manufactura de la carrocería ya que se tuvo que aplicar demasiadas capas de relleno plástico y fibra de vidrio para conseguir una carrocería resistente sin filos y bordes peligrosos.



En esta prueba los jueces examinaron el vehículo para que no tuviera filos o bordes que pudieran dañar a los pilotos, no se tuvo ninguna dificultad en esta prueba ya que cualquier borde o filo se lijo y se redondeó anticipadamente, como medida de precaución se colocó cinta ductape en los puntos más críticos del chasis pasando la prueba satisfactoriamente.



Esta prueba consistió en verificar que los cinturones de seguridad fueran los adecuados y que los puntos de anclaje de los cinturones estuvieran correctamente colocados y que fueran resistentes para que en todo momento el piloto estuviera sujeto al chasis. Se completó esta prueba sin ningún contratiempo.

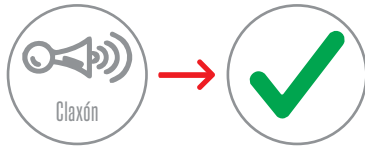


Después se procedió a la prueba de visibilidad en la cual el piloto tiene que ver una serie de conos que están colocados a 8 metros en donde cada uno de ellos tiene una letra y número el cual el juez le pide al piloto que le diga en diferente orden para así comprobar que la visibilidad a través del vehículo es adecuada. De igual forma se aprobó sin ningún contratiempo.

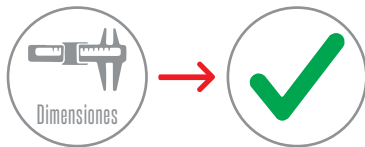


En esta prueba el piloto debe salir del vehículo en menos de 10 segundos. Esta prueba es por seguridad ante un choque o incidente, nuestro piloto salió en 5.3 aprobando la salida.





En esta prueba se presentaron los primeros problemas ya que el claxón tenía que sonar por arriba de los 80 decibeles y al momento de realizar la prueba al sensor del juez marcó 68 decibeles esto se resolvió barrenando la carrocería para así permitir que el sonido saliera del vehículo con mayor claridad.



En la prueba de dimensiones pasó con facilidad altura anchura y largo del vehículo, pero la prueba que estipula que el vehículo debe de estar despegado del piso 10 cm. No la pasó puesto que por el peso extra que se tuvo por cuestiones de manufacura comprimí los amortiguadores y no se lograba esa distancia. Se resolvió colocando un espaciador en los amortiguadores traseros y se logro la altura requerida por el reglamento.



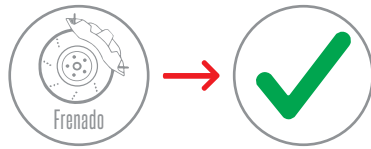
En esta prueba los jueces revisan que las llantas tengan un libre desplazamiento de giro y que la dirección no

tenga ningún juego, esto es, que responda correctamente al movimiento de giro del volante. Sumado a esto los jueces revisan que no tenga ningún roce con la carrocería o chasis y una de las llantas del vehículo si tenia un ligero roce con la carrocería, el cual se resolvió junto con la medida tomada en la prueba anterior. Al subir la suspensión trasera se resolvió ese roce.



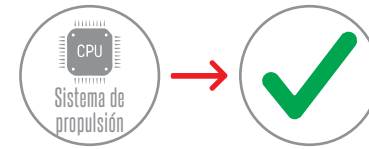
Esta prueba es exclusiva para la categoría urban concept en la cual el vehículo debe de contar con un sistema de limpia parabrisas, además de luces frontales y traseras con funcionamiento similar a las de un vehículo de ciudad, esto es (luces intermitentes, luces de frenado y luces frontales). Debido a la vibración y condiciones de clima en el trayecto se dañó parte del sistema el cual se tuvo que reparar durante la competencia.





En esta prueba se confirma el correcto frenado del vehículo, esto es a través de la colocación del vehículo en una pendiente con un ángulo preestablecido en el reglamento, esta prueba fue de las que más nos generó problemas ya que la bomba de freno principal falló desde el día viernes. Se tuvo que hacer una combinación de varias piezas de diferentes bombas que se llevaban de repuesto y piezas que conseguimos con otros equipos competidores para realizar la reparación, logrando pasar la prueba a última hora del sábado.

Atribuimos la falla de la bomba principal de freno a dos cuestiones, la primera es que la bomba era una pieza de calidad baja puesto que no se compró la bomba original por cuestión de escasos recursos para el prototipo y la segunda cuestión es que el peso extra del vehículo atribuido a la etapa de manufactura afectó el funcionamiento de dicha bomba generando una baja calidad de frenado.



Esta prueba fue la más complicada de pasar y la última que completamos, ya que se validó hasta el día domingo muy temprano por la mañana, último día para poder entrar a la pista oficial a competir.

La prueba consiste en explicar y comprobar el correcto funcionamiento de toda la electrónica del vehículo, esto es, la revisión de la batería de litio, del controlador principal, sub controles del BMS y del acelerador del vehículo, a grandes rasgos verificar toda la electrónica de potencia. La gran problemática fue que el kit de telemetría que da la competencia para medir las vueltas dentro de la pista oficial y el consumo de energía no se podía instalar dentro del controlador principal de nuestro vehículo por la manera en que estaba diseñado y pese a que en el reglamento viene la ficha técnica de este kit de telemetría sólo se especifican dimensiones generales, no se da un diagrama electrónico en específico, pese a este gran problema el equipo de ingeniería lo resolvió de la manera más óptima posible para poder acreditar dicha prueba técnica.

Logramos la acreditación de todas las pruebas técnicas y nuestro pase a la pista oficial el día domingo 22 de abril.



Entrada a pista

Esta etapa dentro de la competencia es la parte final y más importante en la que todo el esfuerzo realizado de cada equipo se pone a prueba con los demás competidores.

Después de haber acreditado todas las pruebas técnicas al último momento se nos informó que sólo teníamos 15 minutos para poder entrar a pista oficial a la última ronda para la categoría Urban concept, ya que se comenzaría la segunda ronda final para la categoría de vehículos prototipos. Con este comunicado procedimos de la manera más rápida a poner el vehículo en la carpa de salida, inclusive los jueces nos ayudaron a empujar el coche a esa parte de la pista y a llevar la herramienta, consideramos que se comportaron así ya que a lo largo de la competencia y de las pruebas observaron nuestro impulso y las ganas de competir además de que les pareció muy acertada la resolución de nuestro vehículo. Ya estando en la carpa de salida por protocolo de seguridad se verificaron de nuevo los botones de emergencia y se realizó un chequeo rápido a la electrónica de potencia y a las baterías de litio, aquí fue donde se volvieron a presentar problemas ya que para un juez dentro de la revisión en la carpa había problemas con la conexión de los controladores argumentado que podría ser peligroso ya que las baterías podrían sufrir de un sobrecalentamiento y explotar, el equipo de ingeniería lo resolvió como pudo en ese momento con la presión de que el juez ya nos había dado por descalificados hasta ese momento,

se habló con el grupo de jueces encargados de las salidas a pista explicándoles la solución que se realizó en la parte de la electrónica de potencia y se nos dio luz verde para entrar a pista.

Ya en pista desafortunadamente el controlador principal explotó inhabilitando por completo el funcionamiento del vehículo, impidiendo que el equipo lograra terminar un set de vueltas completo y clasificar.

Atribuimos el fallo de la electrónica a las diferentes modificaciones que se tuvieron que realizar para poder competir, principalmente a la modificación que se hizo para la conexión del kit de telemetría, a la segunda modificación realizada en la carpa de salida, modificación express hecha puenteando un sinfín de componentes electrónicos por la prisa de poder competir y sumado a esto creemos que el peso extra del vehículo forzó a los motores eléctricos generando un calentamiento en el controlador principal.

Y así concluyó nuestra participación en Shell Eco-marathon America 2018 categoría urban concept.

Imágenes: Pista competencia Shell Eco-marathon 2018
Fuente: equipo urban concept



Conclusiones del proyecto

El desarrollo del proyecto nos generó un cúmulo de experiencias y aprendizajes las cuales, a manera de conclusión, las distribuyo conforme a los elementos que conformaron dicho proyecto de tesis.

Equipo deportivo

Haber realizado el proyecto del vehículo urban concept con los mejores integrantes de equipos pasados tanto del equipo UNAM Miztli temporada 2016 y del equipo de ESIME Culhuacán Baja SAE, generó un trabajo colaborativo virtuoso en el cual no se tuvo ningún inconveniente ya que el equipo entendió la magnitud y enfoque del proyecto desde un principio, esto lo destaco ya que al ser integrantes experimentados en competencias pasadas se minimizaron problemas de logística y de trabajo en equipo, colaborando de forma ecuánime en todo momento tanto en el desarrollo del vehículo como en la participación de la competencia.

Colaboración con otras disciplinas

Este proyecto se realizó en colaboración con alumnos de ingeniería del Instituto Politécnico Nacional Unidad ESIME Culhuacán, con el cual ya se había trabajado en vehículos anteriores todo terreno en (Baja SAE) lo cual generó una dinámica de trabajo efectiva ya que todos los integrantes del equipo se acoplaron a los requerimientos y necesidades que el proyecto demandaba de forma acertada integrando su perspectiva de diseño y de trabajo al desarrollo del proyecto urban concept de forma abierta y precisa a la perspectiva de diseño industrial generando un trabajo colaborativo amplio para la solución integral del proyecto.

Colaboración con empresas

El aprendizaje obtenido de la interacción y colaboración con la empresa petrolera Shell encargada de la organización de todas las competencias a nivel mundial nos abrió el panorama de la magnitud de estas competencias, además de acercarnos a un ámbito profesional, ya que al ser un equipo nuevo se les tuvo que vender la idea de que nos patrocinaran. Esto implicó resolver cuestiones para un cliente (Shell), sus necesidades y objetivos para la competencia en la vida real.

Competencia Shell Eco-marathon America 2018

Haber llegado hasta la competencia en otro país con nuestro prototipo de vehículo y haber sido el primer equipo mexicano en participar en esta categoría (urban concept) de Shell Eco-marathon es un logro tanto para el equipo como para todos los involucrados (familiares, profesores, egresados y amigos) que nos impulsaron en todo momento a seguir: después de reflexionar lo acontecido en la competencia pese a no haber podido clasificar oficialmente, también hay que destacar los aciertos: se aprobaron todas las pruebas técnicas, de seguridad y lo más importante se entró a pista oficial.

No hay que desestimar estos logros ya que analizando la historia de los equipos UNAM Miztli en el cual pasaron 3 años para que se pudiera clasificar y del equipo Baja SAE ESIME Culhuacán de igual forma transcurrieron 2 años para que el vehículo terminara una carrera, el avance y aprendizaje en este tipo de competencias es gradual sin dejar atrás que nuestro objetivo en todo momento fue clasificar y obtener un lugar en el podio, pero en este tipo de pruebas cualquier error o inexactitud genera retrasos y te cuesta la competencia.

El equipo resolvió de la manera más óptima y con los recursos que contábamos los problemas que fueron surgiendo y es aquí donde se presenta el mayor aprendizaje que tuvimos puesto que en los días de la competencia se suscitaron una serie de acontecimientos fuera de lo esperado y se tuvieron que resolver, el ingenio y creatividad juegan un papel fundamental puesto que no se cuenta con todo lo necesario para solucionarlo hay que improvisar ya que el objetivo siempre va a ser salir adelante para poder competir.

Imágenes: página siguiente competencia Shell Eco-marathon 2018

Fuente: *equipo urban concept*





Conclusiones personales

El camino recorrido que comenzó desde el 2015 en el equipo UNAM Miztli y que culminó en 2018 con el proyecto de tesis urban concept, es el cúmulo de experiencias y aprendizajes las cuales me hicieron madurar como diseñador industrial puesto que en este tipo de proyectos no sólo es diseñar un vehículo, también intervienen factores de gestión de un equipo, administración de recursos, planes de trabajo, la fabricación de un objeto dinámico etc. Estos proyectos generan un gran aprendizaje más allá de las aulas de clase, que es lo importante ya que es un previo a lo que nos enfrentaremos como profesionistas en la vida laboral.

Estoy satisfecho con los logros alcanzados tanto en el documento de tesis como de la competencia. En la tesis puesto que espero que la documentación y análisis funcionen como referente o guía para futuras generaciones de estudiantes interesados en este tipo de competencias y que quieran continuar con el legado de los equipos mexicanos que han participado en Shell Eco-marathon.

De los logros realizados en la competencia me siento orgulloso puesto que fue un camino difícil pero no imposible, se logró generar un diseño coherente para la competencia que sobresalió de los demás vehículos tanto en su diseño como en las soluciones de ingeniería, queda un largo camino por recorrer para lograr un podio, pero la constancia y apoyo por parte de las universidades será vital para lograr ese objetivo y sobre todo la dedicación de los equipos que continúen.

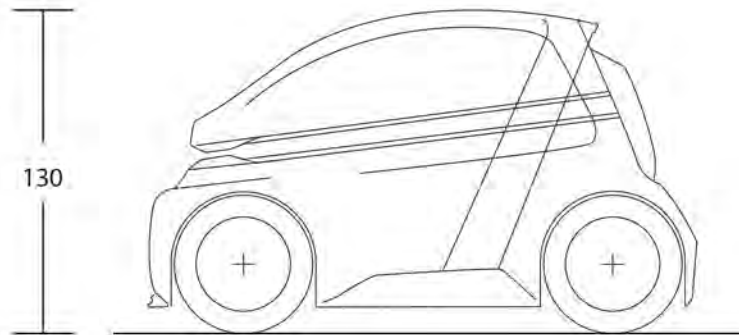
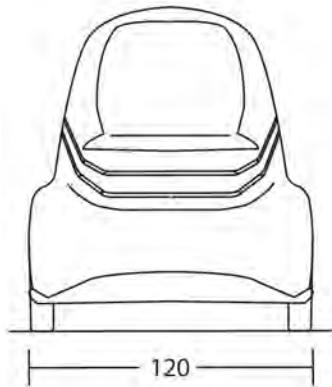
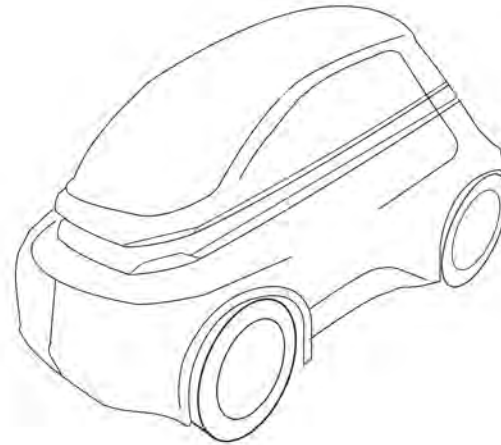
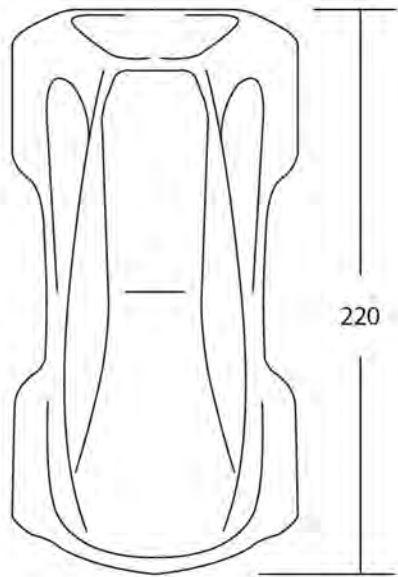


Make the Future California

FEATURING SHELL ECO-MARATHON AMERICAS

#makethefuture

Referencias, notas y fuentes



CIDI-UNAM

Vehículo Urban concept 2018

1/1

Cotas:
cm

Vistas generales

Esc:
s/e

Clave:
s/c

Francisco Juárez Meza