

Tesis **Monociclo Eléctrico**  
Luis Fernando Landaverde Flores

**Universidad Nacional Autónoma de México.**  
Facultad de Arquitectura.  
*Centro de Investigaciones de Diseño Industrial.*

**Technische Universität München.**  
Fakultäten der Maschinenwesen.  
*Lehrstuhl Für Fahrzeugtechnik.*



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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).

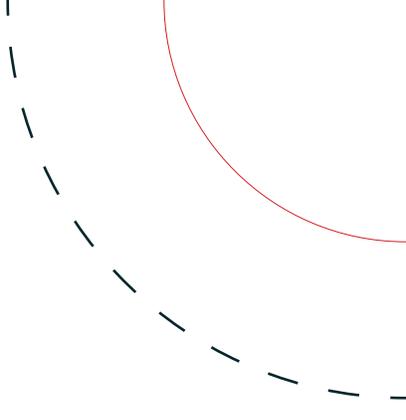
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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











Dirección editorial: Luis Fernando Landaverde Flores.

Primera Edición, marzo 2013.

D.R. © Luis Fernando Landaverde Flores.

La reproducción total o parcial de esta tesis, en cualquier forma o en cualquier medio, no autorizada por el autor o la Universidad Nacional Autónoma de México, viola los derechos reservados y constituye un delito.

Tesis “Monociclo Eléctrico” por Luis Fernando Landaverde Flores se acabó de imprimir en el mes de abril del 2013. en en México D.F.  
El tiraje fue de 2 ejemplares.

Impreso en México / Printed in Mexico

Título de Proyecto:

# Monociclo Eléctrico

Opción de titulación:

Actividades de Investigación.

**Tesis profesional para obtener el título de Diseñador Industrial presenta:**

Luis Fernando Landaverde Flores.

Con la dirección del Arq. Arturo Treviño Arizmendi y la asesoría de:

M.D.I. Luis Equihua Zamora.

Dr. Ing. Alejandro Ramírez Reivich.

D.I. Alberto Vega Murguía

D.I. Fermin Saldivar Casanova

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



Facultad de Arquitectura



Centro de Investigaciones de Diseño Industrial





**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 **LANDAVERDE FLORES LUIS FERNANDO** No. DE CUENTA **303228097**

NOMBRE DE LA TESIS **MONOCICLO ELÉCTRICO**

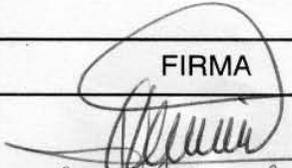
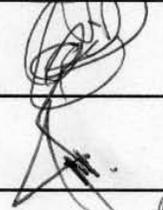
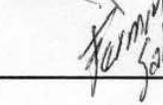
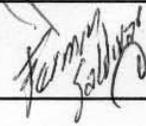
OPCIÓN DE TITULACIÓN **ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de EL REPORTE DE INVESTIGACIÓN, 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        de        de        a las        hrs.

Para obtener el título de **DISEÑADOR INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F. a 25 de febrero de 2013

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE ARQ. ARTURO TREVIÑO ARIZMENDI	
VOCAL M.D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	
SECRETARIO DR. ALEJANDRO RAMIREZ REIVICH	
PRIMER SUPLENTE D.I. ALBERTO VEGA MURGUIA	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. FERMIN SALDIVAR CASANOVA	

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



## Dedicatoria

**E**sta tesis esta dedicada a mi madre...

Madre gracias por aceptar conmigo este gran reto, por ser mi motivación, por apoyarme en las buenas y en las malas, por estar ahí en las noches de estudio, por alimentar mis inquietudes, por cuidar mi felicidad, por tu consejo, animándome a seguir con tu gran cariño y confianza. Por combatir a mi lado las adversidades y consolarme en mis derrotas. Éste es el resultado de tu ejemplo de rectitud e incansable voluntad.

Gracias a ti padre que desde la eternidad cuidaste mis pasos. En tus apuntes de estudio, en las anécdotas, en los recuerdos de ti y en tu ejemplo de superación, entendí tu vida honorable y así comprendí la perseverancia para lograr la satisfacción personal y profesional.

A mis hermanos, por su paciencia y comprensión.

A mis abuelos Luis Landaverde y Luz Gama, Anita y Hermenegildo que me dieron su cariño y a mis tíos por creer en mi.

Esta tesis representa, esmero y esfuerzo de toda mi familia durante mi vida de estudiante.

A mi novia, por su cariño, su entendimiento y por motivarme a ser mejor.

A mi amigo Alfonso Peralta, por transmitirme su pasión por hacer lo que nos hace felices.

A todos que me brindaron su sincera amistad, con su cariño, que siempre me quisieron ver bien y feliz, gracias a estas personas que ahora también son mi familia.

A mis maestros que me compartieron su experiencia, su sabiduría y su paciencia para transmitirme una pequeña parte de su vida, me enseñaron a aprender y a mirar lejanos horizontes, gracias por su pasión a la carrera; ahora yo vivo esa pasión.

A mis compañeros, que acompañaron mi carrera, con los que compartí proyectos, ilusiones y noches de desvelo.

A mi país.

A mi Universidad Nacional Autónoma de México.

Por siempre y para siempre  
Por mi raza hablará mi espíritu.



## Resumen

La necesidad de ofrecer nuevas soluciones de movilidad urbana ante los problemas de transporte en las ciudades del mundo, es la pauta para la búsqueda por parte de las grandes empresas y universidades del mundo, de nuevas formas de moverse en los trayectos cotidianos, la sensación general de la experiencia del viaje, en transporte personal o colectivo y las implicaciones de estos medios ya convencionales. El cuestionamiento y crítica de que si efectivamente continúan cumpliendo satisfactoriamente, las necesidades de sus usuarios, en una época de grandes cambios sociales, culturales y sobretodo tecnológicos. ¿Ha existido una verdadera evolución, paralela o congruente con los nuevos estilos de vida? .

La locomotora fue crucial para el siglo XIX, el automóvil la solución para el siglo XXI. Sin duda, debe ser algo que represente esta etapa de la humanidad. Para hacer una investigación sobre estos fenómenos, fue importante hacer un diagnóstico actual del usuario, del mercado, del contexto; el mundo tiende a la globalidad, la brechas se estrechan, las posibilidades de comunicación crecen exponencialmente, una gran parte de la humanidad ya cuenta con acceso al Internet, los habitantes de las mega ciudades tienen problemas similares, ya que viven con artículos similares, usan las mismas marcas de ropa, los mismos medios de transporte, hablan los mismos idiomas y hasta escuchan la misma música.

Se han previsto algunas situaciones, que estarán aconteciendo en las próximas décadas. Es notable la tendencia al aumento de población, a la contaminación y a la escasez de recursos. Los países del mundo tendrán que tomar medidas a partir de hoy, para minimizar el impacto negativo y lograr que sus habitantes puedan establecer su vida de la mejor manera posible. Es por eso que en la conciencia de todos los aspectos necesarios es posible justificar la realización de esta investigación. Como en algún momento alguien se aventuró al diseño de las primeras bicicletas, del primer automóvil o del primer avión, etc. Sin duda los resultados arrojados de la misma, serán una significativa aportación para la gran dinámica global que se apresura a preparar los productos y servicios necesarios para las mega ciudades del futuro.

El monociclo Eléctrico para la Movilidad Urbana, está enfocado al mercado de usuarios de la marca patrocinadora, como producto *premium*, óptimo para ser combinado con el uso normal de los automóviles de la marca y ser ofrecido como accesorio disponible en las agencias de la compañía teutona a un precio de segmento de élite.

El diseño del monociclo busca la correspondencia con los valores expresados por Audi: lujo, sobriedad, elegancia y dinamismo, que la posicionan como marca *premium*. Son principalmente los conceptos que se reflejan en el proyecto presentado aquí.

## I. Introducción

### I.1 Antecedentes de los “proyectos globales”---**20**

*Relación UNAM-TUM* --- 22

### I.2 Equipo --- **24**

*Integración del equipo* --- 26

### I.3 El reto ---- **25**

*El cliente* --- 25

### I.4 Antecedentes del proyecto --- **28**

### I.5 Metodología --- **29**

## 2. Análisis del problema (Trabajo en México)

### 2.1 Antecedentes de transporte personal --- **32**

### 2.2 Vanguardia tecnológica --- **34**

*Descripción de segmentos del producto* --- 34

### 2.3 Conclusiones --- **36**

### 2.4 Sondeo de mercado --- **38**

*Análisis del contexto de uso* --- 38

*Encuesta* --- 38

### 2.5 Conclusiones --- **40**

### 2.6 Escenarios / personajes --- **41**

### 2.7 Selección de escenarios --- **45**

### 2.8 Lluvia de Ideas --- **46**

### 2.9 Pre selección de conceptos --- **47**

### 2.10 Retroalimentación del patrocinador --- **48**

*Palabras clave* --- 48

### 3.1.1 Distribución de tareas --- **49**

### 3.1.2 Lista de requerimientos --- **49**

## 3. Sustentación (Trabajo simultáneo México / Alemania)

### 3.1 Trabajo a distancia --- **52**

### 3.1 Tareas de Diseño --- **53**

3.1.1 Análisis de la identidad de marca del patrocina-  
dor--- **53**

3.1.2 Análisis de las líneas de diseño--- **53**

3.1.3 Simulador Ergonómico --- **54**

*Configuración del simulador* --- 55

*Pruebas y encuestas* --- 56

*Análisis de posiciones* --- 58  
*Posición final* --- 59  
**3.1.4 Segunda conceptualización** --- **60**  
*Selección del concepto final* --- 61  
**3.2.1 Prototipo de Función Crítica (PFC)** --- **62**  
**3.3.1 Diseño final** --- **64**  
*Ergonomía* --- 66  
*Estética* --- 68  
*Producción* --- 70  
*Ingeniería de producto* --- 72  
*Análisis de requerimientos* --- 74  
*Análisis de costos* --- 74  
*Análisis de plazos* --- 74  
*Procesos* --- 775

## 4. Consolidación (Ensamble final en Múnich)

**4 Reencuentro** --- **80**  
**4.1 Ensamble final en Múnich** --- **82**  
*Habilitación, rectificación y acabados* --- 82  
*Habilitación de piezas de sinterizado plástico* --- 83  
*Piezas de fibra de carbono* --- 84  
*Habilitación de cámara de iluminación* --- 85  
**4.1.2 Presentación** --- **88**  
*Diseño de presentación* --- 88  
**4.1.3 Conclusiones** --- **92**

## 5. Apéndices

a) Vanguardia tecnológica --- **96**  
b) Encuestas --- **98**  
  
**Glosario** --- **100**  
**Fuentes bibliográficas** --- **101**

-----

## Asesorías

Se contó con el apoyo de diferentes compañías para el desarrollo del proyecto.

En cuestión de administración y desarrollo del proyecto:

Arq. Arturo Treviño Arizmendi, M.D.I. Luis Equihua Zamora, Dr. Ing. Alejandro Ramírez Reivich, Dr. Ing. Vicente Borja Ramírez, Dipl. Ing. Richard Eckl, Klemens Rossnagel.

En cuanto a materiales, procesos y tecnologías productivas:

Tecnologías de prototipado rápido (estereolitografía y sinterizado):  
Sección de Desarrollo de Prototipos del CCADET, UNAM

Fibra de Carbón:  
Poliformas Plásticas

Tecnologías de prototipado rápido (estereolitografía y sinterizado):  
Cipres Technology GmbH

Rodamientos Especializados:  
Franke GmbH

Para la experimentación se generaron un simulador ergonómico y un CFP (Prototipo de Función Crítica) que ayudaron a obtener información relevante para el desarrollo y resultado obtenido en el prototipo A0.

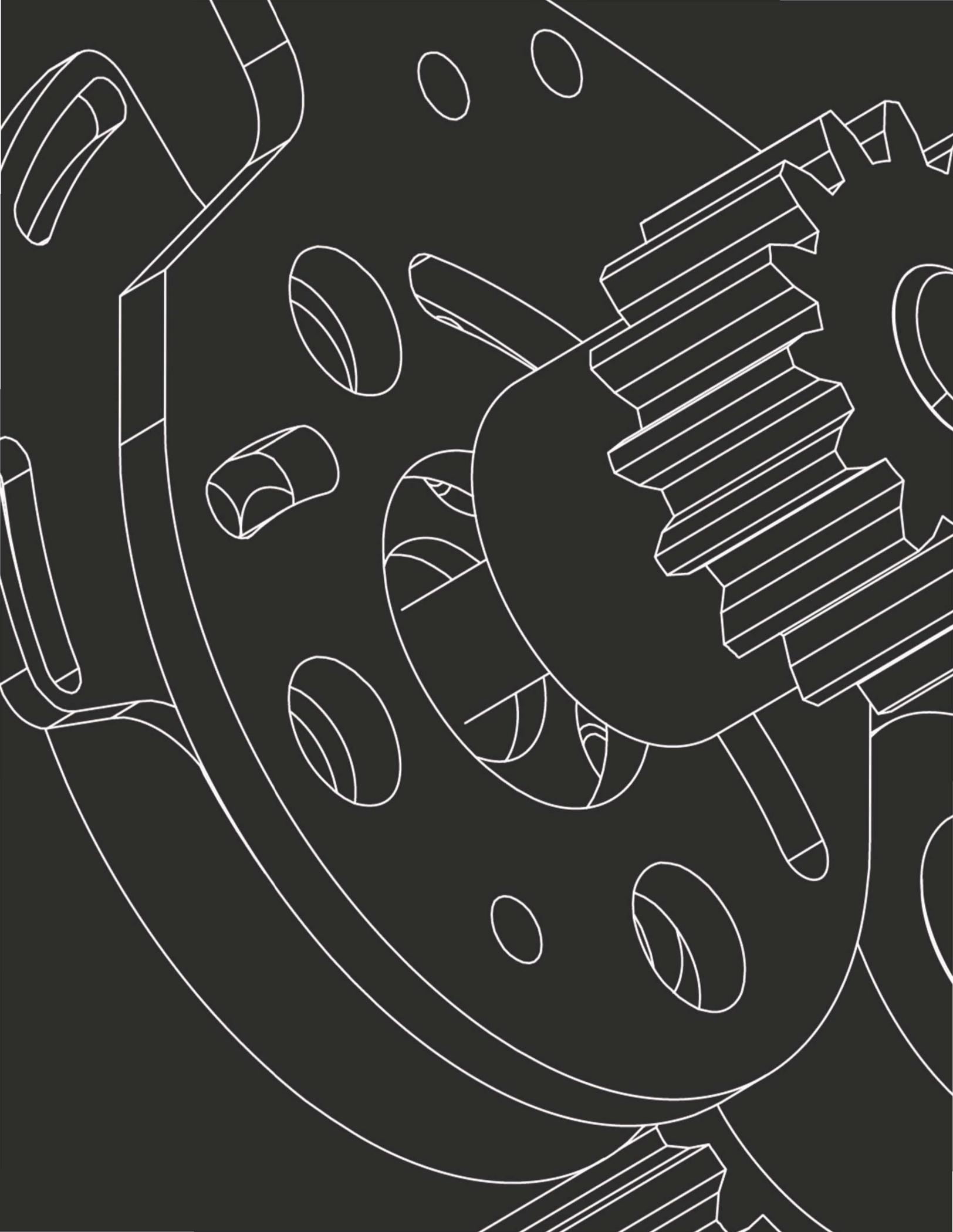
Pruebas de analogos:  
Segway de México

Producción de edición final de tesis:

Diseño Editorial Tesis:  
Circus Media Lab  
C.M. Angélica Alejandra Molina Fernández.

Corrección de estilo:  
Munno Films  
L.C.C. Ileana Diaz Ramírez

Desarrollo de aplicación y gestión de Realidad Aumentada:  
Espacio Educativo 20-30 UNAM  
Edgar Cervantes Padilla  
Guillermo Alejandre Araiza  
Gabriel Martínez Uribarren



# Introducción

## Antecedentes de los “proyectos globales”

La Universidad Nacional Autónoma de México, con su Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) de la Facultad de Arquitectura y con el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería; han organizado una serie de proyectos interdisciplinarios, interculturales y asociados a empresas globales para generar productos innovadores.

Entre ellos, se encuentra el programa anual “Proyectos Globales”, el cual prepara a Diseñadores Industriales e Ingenieros en el desarrollo de productos que respondan a las necesidades presentes y futuras de las empresas. Dichos proyectos han contado con el patrocinio de organizaciones de gran relevancia a nivel nacional e internacional.

Para estos fines, la UNAM también ha hecho alianza estratégica con otras universidades entre las que destacan: la Universidad de Stanford (Estados Unidos), la Universidad Tecnológica de Munich (Alemania), la Universidad Javeriana (Colombia) y la Universidad de Berkeley (Estados Unidos). Así, la organización de los proyectos es por equipos, los cuales están conformados por dos grupos con el mismo número de estudiantes de dos naciones distintas. Su principal forma de comunicación es a través de las redes sociales (Skype, Live Messenger, Facebook y Dropbox para transferencia de datos) aunque también hay fases presenciales. Cabe mencionar, que uno de los objetivos del programa, es el aprendizaje mutuo para lograr acuerdos y metas comunes.

Al inicio de muchos de estos proyectos, uno de los grupos realiza una visita a su contraparte, para establecer las bases, fijar metas y trabajar en la propuesta definitiva. Uno de los beneficios extra-muros que ofrece este tipo de programas, es la convivencia y el intercambio cultural, hecho que sin duda, consolida los resultados del trabajo. Ya al término del proyecto, la otra fracción del equipo

visita a su contraparte para definir los últimos detalles acordados y así, afianzar las metas para culminar con la presentación final donde se exponen los prototipos funcionales.

Todas estas actividades reafirman a la UNAM como una institución que promueve el desarrollo de la investigación y la innovación científica y tecnológica a nivel internacional, obteniendo una importante retroalimentación de otras instituciones y empresas extranjeras. Otro de los logros obtenidos, es la creación de nuevas metodologías para la enseñanza de diferentes estudios y licenciaturas.





*Estudiantes Alemanes en las instalaciones de la UNAM*



### Relación UNAM-TUM.

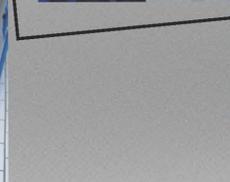
Dentro de estos proyectos globales, existe un acuerdo bilateral con el Instituto de Técnica Automotriz [FTM] de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Munich [TUM], establecido hace ya algunos años, tiempo en el que se han desarrollado tres proyectos diferentes cuya base de creación, es el diseño del transporte de las mega-ciudades del futuro. En dos de estas ocasiones, se ha contado con el patrocinio de una compañía automotriz.

El primer año del acuerdo generó dos conceptos: un pequeño auto urbano que incluía una reducida motoneta para continuar el trayecto una vez que el auto era estacionado; y el segundo, un automóvil que contaba con mejoras aerodinámicas para eficientar el consumo energético. En ambos se hicieron prototipos parciales. Al año siguiente sin el patrocinio, se realizó un cuadriciclo deportivo para uso urbano y todoterreno, del cual se realizaron dos prototipos, uno funcional y otro del diseño de la carrocería. Finalmente, el tercero generó el diseño de un monociclo eléctrico, el cual concierne a este documento académico.

*Auto urbano*



*Quadbike*



## Equipo

El equipo fue conformado por cuatro alumnos alemanes y un coordinador, la parte mexicana por cuatro estudiantes y dos coordinadores de FI y DI.

Christina Frank.  
TUM – Ingeniería Mecánica.  
Edad: 23.  
Email: c.frank87@yahoo.de



TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
TUM – Munich.

Thomas Hierlinger.  
TUM – Ingeniería Mecánica.  
Edad: 25.  
Email: thomas.hierlinger@gmx.de



Alexander Mild  
TUM – Ingeniería Mecánica  
Edad: 23  
Email: alexandermild@  
googlemail.com



Maximilian Püschel  
TUM – Ingeniería Mecánica  
Edad: 24  
Email: maxi.p@gmx.de



Asesores



Dr.-Ing. Frank Diermeyer.  
TUM- FTM.  
Edad: 35.  
Email: diermeyer@ftm.mw.tum.de



Dipl.-Ing. Richard Eckl.  
TUM-FTM Asesor.  
Edad: 26.  
Email: eckl@ftm.mw.tu-  
muenchen.de

# Equipo

Annwar Gil Huerta  
UNAM – Diseño Industrial  
Edad: 24  
Email: anngilhuerta@gmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
UNAM – Ciudad de México

Luis Fernando Landaverde Flores  
UNAM - Diseño Industrial  
Edad: 23  
Email: luisfernandolandaverde@  
hotmail.com



Luis Rodríguez Salazar  
UNAM – Ingeniería Mecatrónica  
Edad: 28  
Email: luis\_luisrs@yahoo.com.mx



Angel Antonio Sánchez Vargas  
UNAM - Diseño Industrial  
Edad: 24  
Email: as.disegno@hotmail.com



## Asesores



Arq. Arturo Treviño Arismendi  
UNAM - Diseño Industrial  
Edad: 68.  
Email: arturo.trevino@cidi.  
unam.mx



Dr. Alejandro Ramírez Reivich  
UNAM – Ingeniería Mecánica  
Edad: 53  
Email: areivich@unam.mx

## Integración del equipo

La primera reunión del equipo se organizó en México, por lo tanto, fue la contraparte alemana que hizo el viaje a la capital del país. Se les recibió con gusto y expectativa. Los primeros días fueron de exploración a las instalaciones de la UNAM (que sería su hogar por dos semanas), además se aprovechó para coordinar sesiones diarias en las cuales se hicieron los primeros planteamientos acerca del proyecto. Para generar lazos de empatía e intercambio cultural, se organizó una salida a Teotihuacán donde se mostraron las riquezas de nuestra nación. También se hizo un recorrido por lugares estratégicos para que los visitantes pudieran identificar los problemas viales de la ciudad.

Una de las actividades de integración más relevantes, fue la realización de una catapulta que lanzaba un huevo protegido con elementos que absorbieran el impacto. Así, el equipo ganador tendría que lanzarlo lo más lejos posible evitando que se rompiera. Tras una competencia muy cerrada y otro poco de suerte, el grupo alemán resultó ganador. Al término de las dos semanas, ambos equipos quedaron muy integrados y generaron una relación de confianza que benefició el seguimiento del proyecto.



## El Reto

El proyecto fue definido por el patrocinador quien estableció los parámetros de la realización del Monociclo Eléctrico para la movilidad en las mega-ciudades del futuro. Pidió respetar la línea tecnológica y estética de la marca al cien por ciento y además, nombró un coordinador del proyecto, el cual se encargó de aprobar todas las fases del diseño y la construcción. Es importante destacar, que la empresa patrocinadora no puntualizó los parámetros del peso, dimensiones, funcionamiento o tecnologías aplicables.

### El cliente.

El patrocinador busca tener una opinión en todo el mundo de cómo debería de ser el transporte en los próximos años, y de cómo la movilidad es apreciada en diversos países. Es por eso que se desarrolló un prototipo completamente funcional, que fue lo suficientemente innovador para confirmar la posición de liderazgo en el desarrollo de productos de alta tecnología.



### Antecedentes del Proyecto..

Con el equipo completo trabajando en la Ciudad de México, se lograron acuerdos, metas comunes y particulares, así como compromisos entre todos los involucrados para desarrollar exitosamente el proyecto. Se establecieron un gran número de alcances y se definió la metodología, lo cual fue complicado ya que se tuvieron que considerar las complicaciones posibles de un nuevo medio de transporte.

Para ello, fue necesario simular un ambiente creíble para estudiar a un posible usuario y su relación con su contexto prospectivo brindándole una historia y un estilo de vida para poder entender sus necesidades. También se estableció un procedimiento de investigación para encontrar los puntos y opiniones más diversas acerca de un tema desconocido hasta el momento; y por otro lado, se generaron los medios para recopilar información del usuario y conocer su opinión (y en su caso, su aprobación al prototipo).

A la mitad del proyecto, se preparó una presentación para escuchar las opiniones de los coordinadores escolares y del patrocinador y con base en ello, se redactaría el reporte final de la última etapa del proyecto, donde se describiría todo el proceso, para finalmente, hacer la presentación en la Universidad de TUM en Alemania. Para complementar la exposición, se elaborarían posters con información sintetizada, videos y el prototipo final de escala real y funcionando totalmente. Todo ello requería un plan muy elaborado y con un mínimo margen de error. Para lograrlo, se desarrollaron objetivos, metas, alcances, y calendarios que a continuación se describen:

**Objetivo:** desarrollar un monociclo eléctrico para la compañía patrocinadora en un lapso de 8 meses cumpliendo los requisitos solicitados por la empresa y las dos instituciones educativas.

**Meta:** satisfacer los requerimientos de innovación tecnológica, aplicación ergonómica, interpretación estética y factibilidad constructiva del proyecto a desarrollar, garantizando la buena comunicación y trabajo en equipo entre todos los miembros del mismo.

**Alcance:** la construcción de un Prototipo Final 100% funcional para ser presentado en el Instituto de Tecnología Automotriz de la Universidad Tecnológica de Múnich el día 9 de junio del 2011.

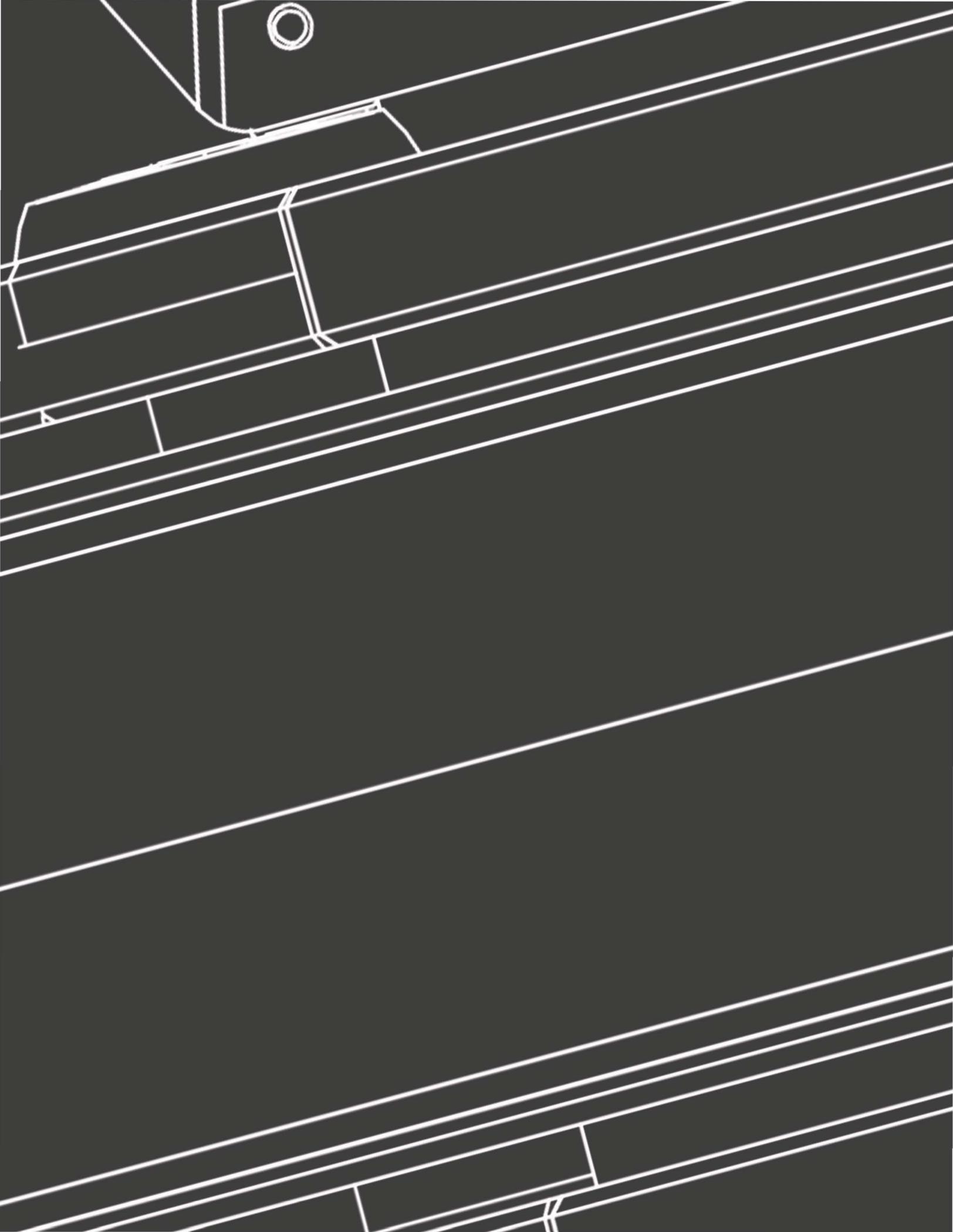
**Calendario General:** Se estableció además un plan de trabajo para establecer etapas dentro del desarrollo del proyecto:

- 06 Noviembre 2010 – 21 Noviembre 2010
- TUM - UNAM.
- 17 Noviembre 2010 Videoconferencia patrocinador.
- 21 Noviembre 2010 – 01 Marzo 2011.
- Definición Conceptual/Investigación Tecnológica.
- 11 Enero 2010 Reporte de Mitad de Proyecto.
- 31 Enero 2010 Presentación de Mitad de Proyecto.
- 01 Marzo 2011 – 21 Mayo 2011.
- Producción Prototipo Final.
- 21 Mayo 2011 – 09 Junio 11.
- UNAM - TUM.
- Ensamble Final.
- Presentación y Exposición Final.
- Reporte Final.

**Metodología.**

Para generar una forma integrada de trabajo, cada sección definió las pautas metodológicas que se seguían en sus respectivas Universidades y así, encontrar puntos de acuerdo entre cada una y definir una forma clara y homogénea de trabajo. La metodología siguió así, los siguientes pasos:

- Definición del problema.
- Antecedentes del proyecto.
- Vanguardia tecnológica.
- Lluvia de ideas.
- Investigación del contexto de uso.
- Sondeo de mercado.
- Primera conceptualización.
- Sustentación ergonómica.
- Sustentación estética.
- Sustentación funcional.
- Sustentación mecánica.
- Sustentación productiva.
- Segunda conceptualización posiciones.
- Sustentación mecanismos de plegado.
- Definición y validación del concepto final.
- Prototipo virtual.
- Selección de productores.
- Fabricación del prototipo.
- Rectificación e integración de los componentes.
- Ensamble final.
- Diseño de presentación.
- Conclusiones.
- Reporte final.



# Análisis del Problema (Trabajo en México)

## Análisis del problema

**P**ara garantizar un proyecto innovador, se realizaron una serie de estudios que sustentaron el trabajo. Por un lado, se realizó una investigación histórica sobre medios de transporte similares que definieran procesos y errores. Todo ello, con la finalidad de entender las razones por las cuales fueron descartados. Por otro lado, se hizo una investigación sobre las nuevas propuestas que pudieran ser competencia del monociclo, para encontrar los nichos de mercado posibles y también para no generar algo ya previamente desarrollado por otra empresa. Otro aspecto a considerar, fue la opinión general de la gente sobre el tema y sobre las condiciones actuales del transporte, esto marcó la pauta para la concreción de ideas de diseño.

**A** partir de toda la información recabada, se inició la interpretación de datos, para posteriormente generar situaciones hipotéticas en un futuro a 10 o 20 años, a nivel global sobre las cuales podría funcionar el monociclo.



*Ilustración de monociclo antiguo**Concepto de monociclo motorizado*

### Antecedentes del transporte personal.

Desde la antigüedad, los humanos han tenido la necesidad de transportarse y lo han hecho de diversas maneras para superar largas distancias y malas condiciones climáticas. El uso de la bicicleta reinventó el desplazamiento de la gente y ahora es un vehículo muy popular, pues su uso se ha multiplicado en los últimos años. Esto significa un avance, ya que en la actualidad, 600 millones de coches en todo el mundo queman toneladas de combustible y el número de vehículos aumenta continuamente, y con ello, los problemas generados por la contaminación.

Por otro lado, las motocicletas (que surgen de las bicicletas) tienen una historia más nueva ya que nacen en la segunda mitad del siglo XIX. Sus ruedas son de similar tamaño a las bicicletas pero su diferenciador, es el motor que impulsa la rueda trasera. Actualmente, las motocicletas con diferentes prestaciones son muy comunes en todas las ciudades del mundo.

El monociclo es otra variación de la bicicleta que también surgió en el siglo XIX y aunque hubo una fascinación por él, esto se terminó en 1915, cuando el primer vehículo de cuatro ruedas fue patentado. De todos los medios de transporte de este tipo, se convirtió en el menos popular debido a la complejidad de su uso. Eso ha provocado que se desarrollen modelos que busquen más accesibilidad, como el monociclo motorizado, donde el conductor se sienta dentro de la rueda, lo que hace que sea más estable, pero a la vez menos maniobrable.

Gracias al surgimiento de controles electrónicos y la invención de micro sensores, los vehículos eléctricos compensan el peso y logran el equilibrio, lo que podría ofrecer una solución real a los problemas de movilidad en las mega ciudades. Son eficaces, fáciles de manejar, pequeños y respetuosos del medio ambiente (cero emisiones), debido a sus motores eléctricos. Cada día, nacen conceptos que tratan de resolver el problema de transporte ajustándose lo mejor posible al estilo de vida de clientes.

## Vanguardia tecnológica

### Análogos.

Con el fin de generar un producto original y satisfactorio para el cliente, se hizo una investigación sobre lo que ya existe en el mercado (transportes de una rueda, con o sin motor, fija o plegable), para encontrar una oportunidad de desarrollo de un vehículo exitoso. Las tecnologías analizadas fueron divididas en 4 grupos en función de su segmento de mercado y su tecnología de funcionamiento:

- I. Vehículos de autobalance SBU (self balancing units).
- II. Monociclos de alta velocidad.
- III. Monociclos envolventes.
- IV. Monociclos pequeños de baja velocidad.

La investigación se realizó en Internet y en revistas especializadas en transporte.

[www.futuretransportation.com](http://www.futuretransportation.com)

[www.globaltrends.com](http://www.globaltrends.com)

[www.gizmodo.com](http://www.gizmodo.com)

[www.motorpasion.com](http://www.motorpasion.com)

[www.muyinteresante.com](http://www.muyinteresante.com)

[www.forococheselectricos.com](http://www.forococheselectricos.com)

[www.mundofleur.com](http://www.mundofleur.com)

[www.gadgetoweb.com](http://www.gadgetoweb.com)

[www.trecool.es](http://www.trecool.es)



### Vehículos de auto-balance (SBU).

Vehículos de auto-balance son pequeños dispositivos ligeros que se parecen a un monociclo normal, pero son accionados por un motor eléctrico y controlado por un sistema de equilibrio por el usuario.

El ejemplo más destacado es la versión 2.0 SBU. Es impulsado por un motor sin escobillas de imán permanente DC (corriente directa) las ruedas son de tracción variable. La velocidad y dirección son determinados por la dirección de inclinación del conductor. El chasis de la versión 2.0 SBU 's es un cuadro de aluminio 7005. La suspensión individual para una llanta 20 "x 2.125". Se maneja a una velocidad máxima de 10 mph y tiene un alcance de aproximadamente 12 kilómetros. Para recargar las baterías LiFePO4 38,4 voltios, tiene que estar conectado durante dos horas. En total tiene una eficacia del 85%, lo que puede ser aún mejorada por un sistema de frenado regenerativo, que recupera y almacena la energía normalmente se pierde cuando va lento o de bajada.

Los vehículos de autobalance son relativamente sencillos para aprender a usar además de peso ligero, por lo que puede ser transportado cargando en un tren o subiendo unas escaleras. Sin embargo, todavía tienen una imagen de poco atractiva y sobre todo sin un estilo definido. Por otra parte, no hay espacio para guardar el equipaje y el ritmo máximo de movimiento es lento.

SBU

### Monociclos de alta velocidad.

Son más parecidos a una motocicleta, que a un monociclo regular. Tienen luces, manillar, frente, cola y neumáticos anchos. Los ejemplos más famosos son los construidos por la Compañía Ryno. Existen tres diferentes tipos de aplicaciones previstas:

- 1) Transporte urbano de baja velocidad.
- 2) Deporte / Recreativo.
- 3) Gobierno / Industria.

Hasta ahora, fue construido el segundo prototipo. Al igual que la versión 2.0 SBU utilizan LiFePO4 baterías para almacenar energía, lo que permite que se puedan conducir durante 48 km a 40 km/h sin necesidad de recarga. Si las pilas están vacías, sólo se requiere una hora y media para cargarse completamente. El motor y las baterías se acomodan en llantas de 25". En total, el prototipo pesa 56,25 kg.

En resumen, los monociclos de alta velocidad son más rápidos y logran mayores distancias sin necesidad de recarga en comparación de los dispositivos más pequeños. Como también son aptos para circular sobre asfalto, pueden ser sustitutos de carros o motocicletas, pero su desventaja es que son muy pesados y no sirven como extensión de un coche o transporte público.

*Monociclo Ryno*



### Monociclos envolventes.

Este grupo de monociclos contempla todo tipo de monociclos, donde está el conductor sentado dentro de la rueda. La fascinación por monociclos se remonta hasta 1915, cuando el primer vehículo fue patentado.

Kerry Mc Lean es el constructor más popular de monociclos de este tipo, quien los produce desde 1971. El cliente puede elegir entre la versión más pequeña que es accionada por un motor de 5 hp de cortadora de césped Briggs y el modelo más grande que es propulsado por un motor V8 de Buick (ambas tienen licencia para la carretera en Estados Unidos).

Su último modelo es impulsado por un 40 HP enfriado por agua, con un motor de moto para nieve. El diámetro de la rueda interior es de 36" con un neumático



de un tractor remolque de un viñedo francés. Se controla con un embrague de lado izquierdo, el acelerador en el puño y un freno hidráulico de lado derecho. Está alineado un poco inclinado hacia fuera de la rueda, para que sea apto para circular. Está equipado con faros halógenos, luces de freno y su respectiva matrícula de registro vehicular.

Al igual que los monociclos de alta velocidad, este vehículo es una sustitución de un coche o una moto. Es demasiado pesado para llevar, pero es rápido y autónomo para las largas distancias. Sin embargo, una desventaja es que en el caso de que el conductor no esté sentado cerca del centro del movimiento, puede catapultar al conductor al momento de frenar con mucha fuerza.

### Monociclos pequeños de baja velocidad.

Dispositivo de peso ligero y portátil, su intención es recreativa o de transporte a muy cortas distancias combinada con el uso del transporte público.

El representante más famoso de este grupo es el Honda U3-X. Está alimentado por una batería de iones de litio y pesa menos de 10 kg en total. Es el primer sistema del mundo capaz de manejar movi-

mientos de 360 grados ya que su rueda se compone de muchas pequeñas ruedas que se pueden mover hacia los lados. Sin embargo, esta tecnología sólo permite una veloci-

dad máxima de 4 mph. Honda lo ha tasado en \$ 660 dólares y desea venderlo como un extra para sus coches.

La experiencia de conducirlo es totalmente nueva, pero al ser una tecnología muy delicada, el monociclo sólo puede conducirse en un terreno totalmente plano y en interiores, para que no se ensucien sus mecanismos y se atasquen. Además, el alcance y la velocidad que desarrolla son demasiado limitados. Por lo tanto, el U3-X es más un gadget que un medio útil de transporte.

Otro ejemplo destacado, es el tipo patineta, una gran cantidad de vehículos con un diseño similar, contruidos, en su mayoría en las universidades o por ingenieros independientes, como el proyecto desarrollado por Agustín Rodríguez y Márquez Carter (ingenieros Industriales en Electrónica por la Universidad de Córdoba, Escuela Politécnica Superior), que es un vehículo eléctrico con una rueda que puede mover a una persona de más de 20 km/h con un alcance de al menos 6 kilómetros. Sus desventajas son, por un lado, la apariencia descuidada y por otro, la lentitud de movimiento que se debe a que su ángulo de inclinación es pequeño y limitado.

## Conclusiones

*(Las conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*



Honda U3-X



Pruebas con Segway

## Sondeo de mercado/ análisis del contexto de USO

### Encuestas.

En el desarrollo de un proyecto el primer paso es encontrar una oportunidad de mercado para garantizar un lanzamiento exitoso. Para ello, las encuestas ayudan a obtener una opinión de lo que la gente necesita y piensa sobre la situación actual de un problema específico. Así, se hizo un estudio teniendo en cuenta las características reales del transporte que opera en la Ciudad de México, además de saber qué inquieta a las personas sobre la movilidad y la inclusión de nuevos vehículos personales urbanos.

### Aplicación de la encuesta.

Una vez formulada la encuesta se seleccionaron los lugares a realizarla, los cuales fueron: Ciudad Universitaria, donde se pueden encontrar peatones, ciclistas y motociclistas; y la Avenida Reforma, donde por ser una zona de importancia económica, nos permitió encontrar el perfil deseado. La respuesta más común, fue que hay una inseguridad general sobre las condiciones de transportación existentes en la Ciudad de México.

### Manejo de los resultados.

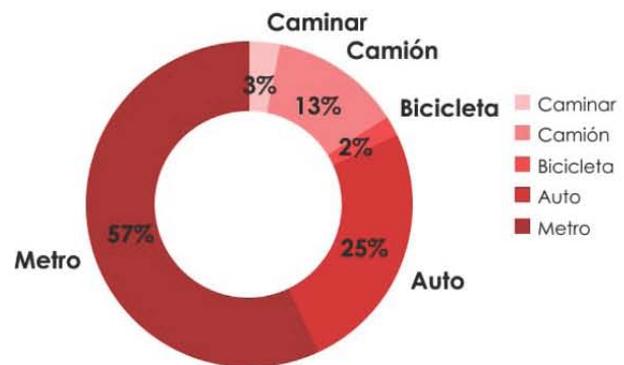
Los datos obtenidos por la encuesta fueron muy variados, por lo que sólo se tomó una muestra representativa de lo más relevante para los alcances de esta investigación. Ascendió a 43 el número de personas que participó y la edad oscilaba entre los 18 y 55 años de edad. En su mayoría eran estudiantes jóvenes, usuarios del transporte público, peatones y conductores de moto y auto. Los puntos principales de la encuesta fueron:

Los temas principales:

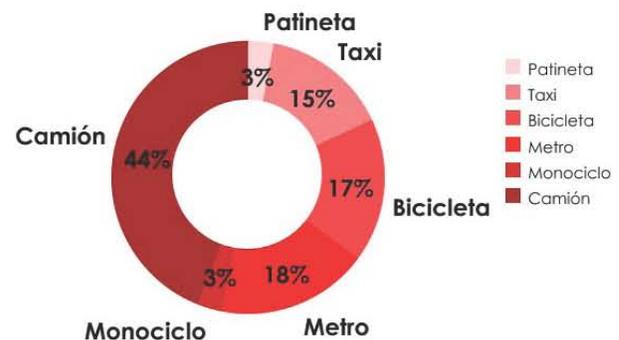
### I. Seguridad en el Transporte:

I. ¿Cuál crees que es el más peligroso y el más seguro medio de transporte?

Seguridad en el transporte



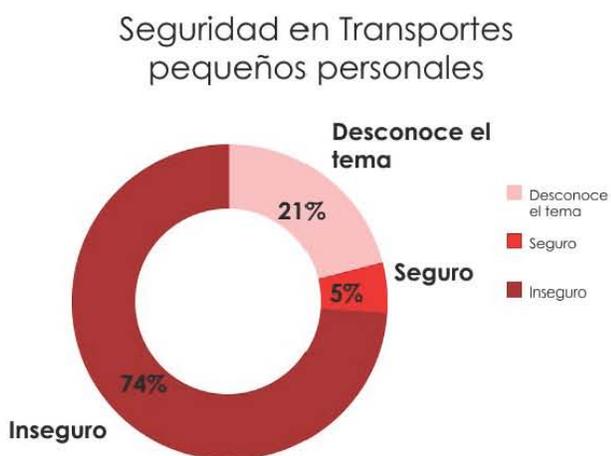
Percepción de transportes peligrosos



2. ¿Qué piensa usted acerca de las condiciones de las calles en la Ciudad de México?



3. ¿Qué piensa usted acerca de la seguridad al conducir un vehículo pequeño como transporte personal en el tráfico de la Ciudad de México?



II. Comportamiento de viaje

1. ¿Cuánto peso tiene que llevar con usted a la escuela / universidad / trabajo?

La mayoría de los objetos transportados son mochilas, cuadernos y, a veces una bolsa de deporte. El peso promedio es de unos 6 kg de equipaje.

2. ¿Cuál es la velocidad más baja que aceptaría en un vehículo personal?

La velocidad más baja aceptada de un transporte de personal pequeña sería unos 18 km/h en promedio.

3. ¿Cuánto tiempo pasa caminando por la ciudad a pie?

El promedio gasta alrededor de una hora caminando por la ciudad a pie.

III. Experiencias y sentimientos

1. ¿Cuáles son sus sentimientos cuando conduce una bicicleta en la Ciudad de México?

Mayoría de la gente se siente muy insegura porque hay muchos conductores estresados y que no respetan a los conductores de bicicletas. Incluso la mayoría no utilizan su bicicleta sobre las calles, sólo lo hacen en lugares seguros como en ciclo vías existentes en la universidad y algunos parques.

Sólo unas pocas personas lo toman como deporte, sentir la adrenalina salir de paseo lo consideran como un buen ejercicio.

2. ¿Cuánto dinero quiere gastar en un dispositivo de transporte eléctrico individual?

En promedio las personas que invertirá alrededor de MXN \$ 15,000 para un dispositivo de transporte individual como un monociclo eléctrico.

3. ¿Qué importancia considera que tendría estos aspectos (deportividad, diseño, precio, seguridad, calidad), si usted compra un monociclo eléctrico?

La seguridad era considerado como el aspecto más importante, seguido por calidad, precio, diseño y deportividad.

### Conclusiones.

Las condiciones de las calles en la Ciudad de México son, en general, muy malas y aunado a ello, la mayoría de los conductores de autos, no respetan a los ciclistas. Mientras estos problemas continúen, el uso del monociclo sería peligroso, sobre todo porque los lugares donde se han impelentado carriles especiales para el uso de bicicletas, son muy limitados.

*(Las conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

*Ciclovías en la Ciudad de México*



## Escenarios / situaciones / personajes

Un escenario es el contexto en el que acontecen sucesos en un futuro previsto y se construye visualizando probabilidades y aproximaciones; tratando de predecir las condiciones de un entorno en un momento prospectivo. Los escenarios ayudan a narrar una historia que describe una o más tareas de una persona en una situación específica. En un proceso de desarrollo de productos, es muy importante conocer al consumidor (su situación, necesidades y deseos). Por lo tanto, una investigación sobre las condiciones futuras de la Ciudad de México y Munich, se lleva a cabo para identificar las necesidades y restricciones que los usuarios tienen para usar un monociclo eléctrico. Calcular y analizar los escenarios proporciona una forma eficaz para comunicar y debatir nuevas ideas referentes al problema. Éstos son fáciles de crear y usar, pues permiten capturar importantes detalles sobre el potencial de la aplicación de un producto determinado, que es más complicado representar de otra manera.

### Creación de escenarios.

Con los resultados de la encuesta y de la investigación sobre las condiciones futuras de la Ciudad de México y de Munich, el grupo se dividió en parejas. Cada una tenía que escribir por lo menos dos escenarios, ya fuera para la Ciudad de México o Munich. Para obtener una estructura similar en todos los escenarios se diseñaron algunas preguntas importantes como:

- ¿Qué edad tiene el usuario?
- ¿Por qué él / ella usan el monociclo?
- ¿De dónde a dónde él / ella usa el monociclo?
- ¿Cuáles son las características socioeconómicas de los usuarios?



Múnich, Alemania

Santa Fe, México



### Escenario # 1: El estudiante en la Ciudad de México.

Juan Manuel es un estudiante de 25 años de Derecho en el ITAM que trabaja medio día en un despacho fiscal en el World Trade Center, está finalizando sus estudios y vive cerca de San Jerónimo. Le gusta la tecnología, vestirse bien, la música electro-pop, ir al cine y estar con sus amigos; así como andar en bicicleta (pero sólo para divertirse y hacer ejercicio, no para ir a trabajar).

Se despierta a las 6:30 de la mañana y sale de su apartamento con su monociclo para ir al gimnasio de siete a ocho para luego ducharse y dirigirse a la escuela. Al llegar, coloca su monociclo fuera del salón de clases junto a otros monociclos permitiendo que la escuela cuente con más áreas verdes. Su segunda clase se dará al otro lado del campus, por lo que monta su monociclo y llega en apenas 2 minutos (mientras que caminando hace 15 minutos, lo que ocasiona un retraso en su clase).

Entra a las 3:00 pm a su trabajo, por lo tanto maneja su monociclo directamente en el carril ciclista mientras escucha música junto a sus amigos que lo acompañan en otros monociclos. Cuando llega a su oficina, estaciona el pequeño vehículo en el mismo nivel y lo deja ahí hasta su hora de salida, en la noche. Antes de abandonar el edificio, enciende la luz y tiene la garantía de un viaje seguro a la fiesta de su amigo. Como se hace tarde, llama un taxi, guarda el monociclo en el maletero y emprende un viaje seguro al hogar. Cuando llega a su casa, recarga la batería y se prepara para otro día de actividades.

### Escenario # 2: Administrador de la Ciudad de México.

Pablo Mendoza es un administrador que trabaja para el gobierno federal mexicano. Tiene 38 años y vive cerca de la avenida Reforma. Como él es un administrador, piensa que ha encontrado una solución perfecta para ahorrar el pago de la gasolina, impuestos y la verificación que valora la calidad de las emisiones de su auto. Esta solución también permite prescindir del mantenimiento y piezas de reposición. No le gusta el tráfico, ni el espacio extendido en un coche, por lo que lo utiliza solamente para el transporte de su familia.

Ahora la ciudad se ha convertido en una zona de cero emisiones y en su lugar de trabajo (un edificio federal), hay una gran cantidad de áreas reservadas para estacionar todos los monociclos. Es un hombre muy respetado que le gusta invertir su dinero y piensa que la imagen es muy importante. Por todas estas razones, él ha optado por usar un monociclo Premium.



### Escenario # 3: Ciudad de México septiembre 2021.

El gobierno ha iniciado varios programas para persuadir a la gente y las empresas de utilizar y desarrollar la tecnología amigable con el medio ambiente, porque la cantidad de contaminación aumenta cada año y el precio de la gasolina y el petróleo también. Las condiciones de la ciudad son precarias y peligrosas en muchos lugares, pero lujosas y seguras en otros. Las clases sociales están divididas, pero todos tienen actividades laborales todo el día. Por estas razones, la mayoría de las personas utilizan sus ordenadores portátiles y teléfonos celulares como oficinas móviles.

La tendencia entonces, es el individualismo (con 30 millones de habitantes en una ciudad, ya muy pocos quieren hijos), por lo que buscan un transporte que se adecue a sus agendas tan apretadas. Sólo algunas personas tienen carros grandes y como el transporte público ha mejorado en muchos aspectos, incluida la comodidad y los tiempos de traslado; los vehículos pequeños son una opción segura y eficaz.

### Escenario # 4: Sin carro en Múnich.

Hugo tiene 24 años de edad y pesa 95kg. Su tiempo libre lo usa normalmente para jugar juegos de PC. Él se transporta desde su casa a la universidad. No tiene coche y no puede pagarlo. Por lo general, utiliza el metro, pero debe recorrer distancias considerables, así que usa el monociclo. En la ciudad respecta los semáforos y tiene cuidado con los peatones al montar en la banqueta. Durante el día recorre unos 3 km. Desde que utiliza el monociclo en lugar de caminar, conduce a unos 15 km/h.

### Escenario # 5: Con carro en Munich.

Moe tiene 22 años de edad, es de familia acomodada, por lo que se preocupa más por el frío que por el dinero. En su tiempo libre practica deportes como el snowboard y la escalada libre. No sólo usa el monociclo para ir de casa a la universidad, sino que también lo usa para divertirse. A veces no asiste a las clases por estar en el monociclo al aire libre y lo utiliza alrededor de 45 minutos. Por lo general, conduce a la universidad en coche, y cubre el trayecto desde la plaza del estacionamiento a la universidad en el monociclo. Él quiere que vaya 45 km/h, para que sea más divertido.

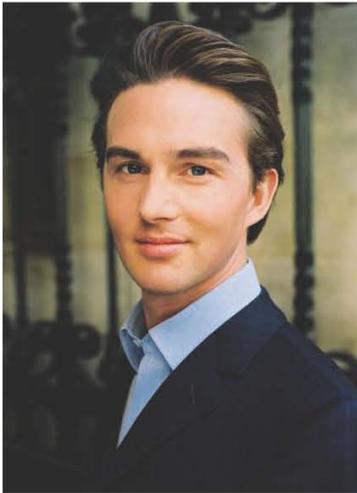


### Escenario # 6 :Trayecto corto a la escuela.

Sandy, de 19 años, vive cerca de su escuela. Sus padres son parte de la clase media. Ella utiliza el monociclo para conducir a la escuela y para visitar algunos amigos que viven cerca de su casa. Normalmente usaría su bicicleta, ya que no tiene un coche, pero ahora utiliza el monociclo. Para las grandes distancias, usa el coche de sus padres y durante el día recorre unos 20 km en su monociclo. A ella no le interesa la velocidad, pero sí la comodidad por lo que le gustaría que su monociclo llegara a velocidades de 25-30 km/h.

**Escenario # 7: Hombre de negocios,**

**Barney S.** de 35 años, es un hombre de negocios muy bien posicionado, pero sigue utilizando el metro porque no hay espacio para un coche cerca de su oficina. Como él quiere probar todos los nuevos gadgets en el mercado, compró el monociclo y se dio cuenta de que es perfecto para conducir a la oficina y mostrar a sus compañeros que lo puede estacionar justo al lado de su escritorio en la oficina. Durante el día, cubre siete kilómetros en monociclo, mientras conduce a un restaurante para el almuerzo y la utiliza para varias distancias cortas. Para que funcione correctamente, él quiere conducir por lo menos a una velocidad de 20 km/h.

**Escenario # 8: Cirujano,**

**Bruce W.** es un cirujano de 43 años que utiliza el monociclo durante todo el día para conducir de una sala a la otra y visitar a los pacientes. Una comodidad extra, es que puede recargar las baterías durante sus descansos. Él usa el monociclo porque es más cómodo y más rápido que caminar, ya que alcanza más de 10 km / h.

**Escenario # 9: Munich 2020****Zona cero emisiones,**

Debido a un aumento de la contaminación de la ciudad de Munich, su centro se ha transformado en una zona cero emisiones. Sólo los vehículos sin motores de combustión están permitidos. Como consecuencia de ello, muchos de los medios de transporte eléctricos son utilizados por personas que viven, trabajan o estudian en esta área.

El uso de monociclos en los carriles de bicicletas ha aumentado, debido a su bajo costo (300 €), y a su capacidad para recorrer una distancia de hasta 30 km y una velocidad máxima de 25 km/h. Además, es posible llevarlo y almacenarlo dentro del departamento o en la oficina, donde también se ve como un objeto de diseño. Los conductores de monociclos son considerados como personas muy modernas.



**Escenario # 10 : Aumento de la población.**

Del 2011 a 2020 la población de Munich se ha incrementado en un 40%. Como resultado de ello las calles se han vuelto demasiado pequeñas para todos los coches y el tiempo para llegar a un lugar dentro de la ciudad casi se ha duplicado; por lo que los transportes públicos tuvieron que aumentar sus precios significativamente. Por esta razón, especialmente los jóvenes que tienen un ingreso bajo, hacen uso de su monociclo para conducir en el carril ciclista para ir a la escuela o la universidad. Para reducir el tráfico, los principales carriles ciclistas aumentaron su ancho y por lo tanto, es posible manejar hasta 50 km. La gente está más consciente del medio ambiente y prefiere los motores eléctricos en lugar de motores de combustión. Debido a que los costos entre los scooters convencionales y monociclos son casi los mismos, la gente prefiere éstos últimos. Mientras que el rango de monociclos con 80 kilómetros es similar que la gama de scooters, los costos de mantenimiento se reducen al 70%.

**Escenario # 11: Lo más probable.**

La situación de tráfico será muy parecida a la actual. La gente se sigue desplazando en coche o transporte público hacia sus trabajos/escuelas/universidades. El monociclo es tan liviano y pequeño que puede ser transportado bajo un asiento o en una maleta grande.

Después de que los usuarios del monociclo lleguen al estacionamiento final o estación de metro, continúan su trayecto en éste, a través del carril para bicicletas (las distancias serán de entre 1 y 2 km). La batería tiene una autonomía de aproximadamente 10 km y velocidad máxima de 25m/h. y si está baja, se recargará en una hora. Debido al bajo precio (EUR 500) y costos de mantenimiento, es común ver varios monociclos circulando por Munich.

**Selección de escenarios,**

Para evaluar y elegir los escenarios más interesantes, se hizo una evaluación sistemática de cada uno bajo el criterio siguiente:

- a) Probabilidad de éxito.
- b) Probabilidad de concreción.
- c) Innovación.
- d) Emociones (subjetivo).
- e) Impacto en la vida de usuarios.

		Pregunta						
		A	B	C	D	E		
Relevancia de pregunta		3	5	1	3	3	Suma	No.
E S C e n a r i o	1	12	12.5	12.5	9.75	13.87	50.6	7
	2	7.5	13.75	2.62	11.25	10.5	45.62	8
	3	-	-	-	-	-	-	-
	4	8.62	19.37	2.62	9.75	12	52.37	4
	5	9.37	19.37	2.87	12.37	7.87	51.87	5
	6	10.12	19.37	2.62	9.75	9.37	51.25	6
	7	13.12	20	2.87	13.12	11.62	60.75	1
	8	6.75	11.25	3.62	11.25	11.62	44.5	9
	9	13.5	18.75	3.5	10.5	10.5	56.75	2
	10	11.25	8.75	4	2.87	10.5	37.37	10
	11	9.75	21.87	2.37	10.12	9.37	53.5	3

## Lluvia de Ideas

**A**l tener una definición grupal teórica sobre el proyecto y haber analizado el problema, teniendo un parámetro base sobre el cual iniciar, fue tiempo de darle una cara a la percepción individual del Monociclo de cada uno de los integrantes del equipo. En esta etapa, los objetivos fueron explorar posibilidades configurativas del vehículo y externar la percepción personal del monociclo eléctrico para al final, obtener un consenso sobre el concepto a desarrollar. Bocetado. Una parte fundamental en la expresión y entendimiento conceptual individual, es aquella de representar con líneas las ideas que con meras palabras es difícil o imposible) de entender. Era importante que todos los miembros del equipo realizaran bosquejos de la mayor cantidad de ideas que les vinieran en mente para tener amplias posibilidades de dónde escoger, además de identificar coincidencias.



*Proceso de lluvia de ideas*



## Preselección de conceptos

Después de la fase de bocetajes, se conservaron tres ideas principales que ofrecían amplias ventajas:

(Las propuestas fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).

Al final, las tres se desarrollarían hasta el punto donde se tuviera que decidir qué concepto mantener para el prototipo final.



Al final, estas tres posibilidades de diseño se pueden desarrollar hasta un punto donde se tome la decisión acerca de qué concepto se mantiene como el más apto para desarrollarse.

## Palabras clave

**F**ascinación, intuición, unicidad. Éstas fueron las tres palabras clave que a juicio del equipo resumen la filosofía de la identidad de la marca patrocinadora y que fueron elegidas para brindar personalidad única al proyecto y obtener inspiración para diseñar el prototipo.



*Fascinación*



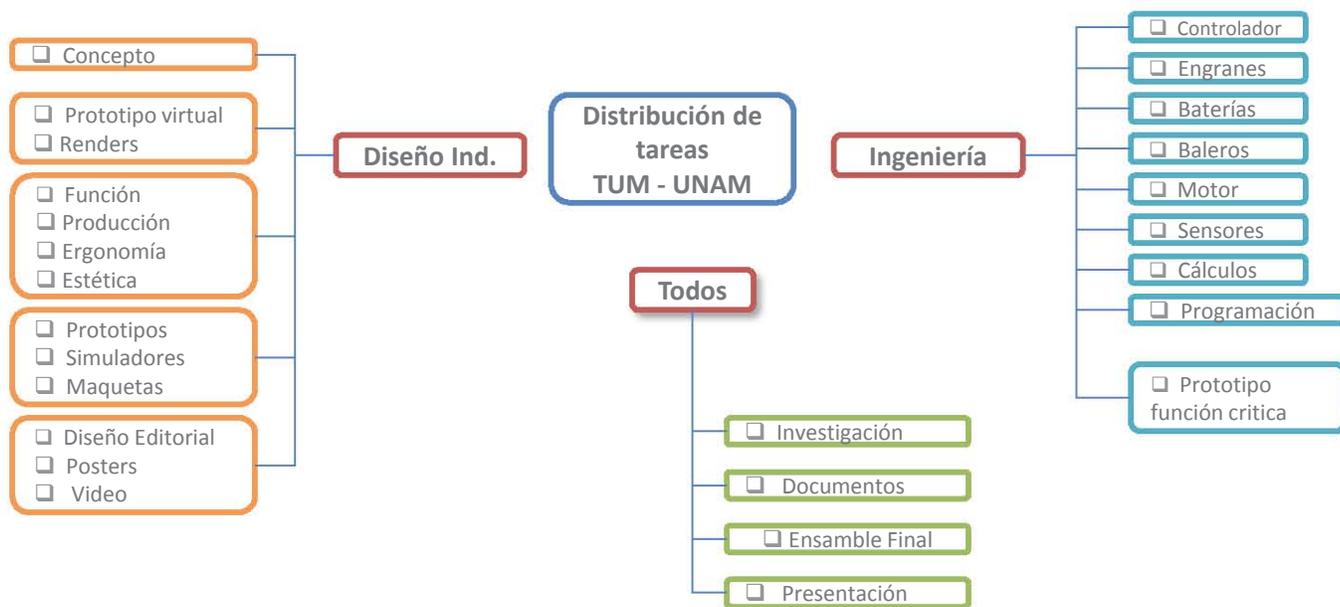
*Unicidad*



*Intuición*

## Distribución de tareas

Al final del trabajo al equipo de México se le asignaron las siguientes fases del proyecto. Como se puede ver en el siguiente mapa, las tareas se dividen en diseño ingeniería, así como el trabajo compartido por todos los miembros del equipo.



## Lista de requerimientos

También se estableció una primera lista de los requisitos físicos que serían considerados en la siguientes fases del proyecto:

- Personal
- El monociclo debe ser tan compacto como sea posible.
- Peso <10 kg.
- Diámetro máximo <60 cm.
- Debe ser portátil.
- Debe tener luces traseras y frontales.



# Sustentación (Trabajo simultáneo México/ Alemania)

## Trabajo simultáneo Mexico / Alemania

Después de que la contraparte alemana regresara a su país, la fase siguiente fue determinar el concepto final, ya que al término de esta etapa debía tomarse la decisión de la propuesta más viable para saber cómo sería el prototipo de entrega. Para preparar esta decisión, los tres conceptos tuvieron que ser evaluados. Así que la tarea principal en esta fase era trabajar en las características de los conceptos de cada criterio. Los diseñadores se encargaron del estudio de ergonomía y la imagen, mientras que los ingenieros tuvieron que lidiar con la operatividad y realización técnica.

### Trabajo a distancia.

Tras dos semanas de convivencia diaria, la partida de los alemanes fue inminente, así que se acordó que la comunicación inmediata sería vía e-mail o Facebook, y que semanalmente se realizaría una videoconferencia para informar de las principales novedades a nivel grupal. Éstas podrían ser ampliadas a dos veces por semana, o incluso, omitirlas dependiendo del status del proyecto.

La amistad continuó desarrollándose a pesar de la distancia y durante las videoconferencias semanales no se trataban solamente temas de trabajo, sino también pláticas de la vida diaria.

Semanalmente se discutían avances y se exponían las decisiones que eran tomadas al interno de cada grupo del equipo para recibir el visto bueno de la contraparte. Así, se compartieron detalles del proyecto, como la elección de las partes mecánicas y electrónicas para generar el prototipo de función crítica (por parte de los alemanes); los resultados del análisis de Identidad de Marca Audi; y las pruebas ergonómicas (por parte de los mexicanos). El intercambio de archivos se realizó a través de Dropbox, (aplicación instalada en las computadoras que sincroniza los datos en tiempo real), lo que permitió la disponibilidad constante.

Videoconferencia



## Tareas de Diseño

### Análisis de la identidad del patrocinador

Las marcas se utilizan para ofrecer una identidad de la empresa a los productos que producen. Esta identidad trata de generar la idea de que los productos son de confianza y ayudan para que su imagen permanezca en la mente de los usuarios, reconociéndolas en el mercado.

*(Las conclusiones de este análisis fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

## Análisis de las líneas de diseño

Para encontrar las principales características de las líneas generales de diseño del patrocinador se hizo un profundo análisis que se llevó a cabo recopilando imágenes de todas las gamas de autos de la marca, posteriormente se realizó individualmente una comparativa entre dichas imágenes encontrando las líneas en común, buscando el lenguaje propio de la empresa, y por último, se generó una discusión grupal sobre el tema que ayudó a tener claro cómo configurar y diseñar el aspecto del monociclo con un apariencia que identifique claramente al patrocinador.

*(Las conclusiones de este análisis fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

## Experimentación con simulador

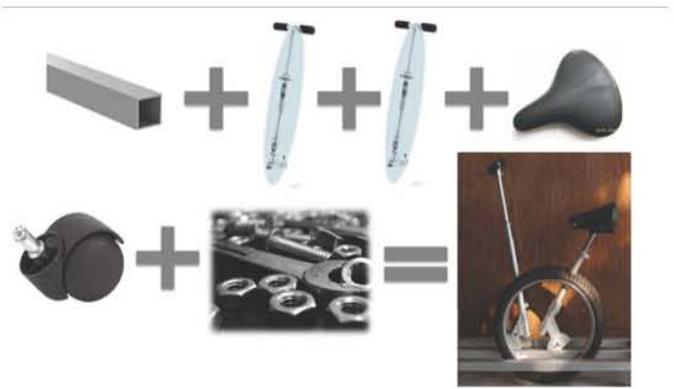
El simulador es una herramienta muy importante para la labor de diseño, que ayudó a que los posibles usuarios adoptaran las distintas posiciones que se tenían contempladas y experimentaran en la medida de lo posible, las distintas sensaciones que el objeto podría brindarles, ya que el simulador es capaz de modificar su configuración (altura de asiento, inclinación de manubrio, etc.) para satisfacer la demanda antropométrica de la mayor cantidad de personas. Así, fue más fácil analizar ergonómicamente las posiciones y los ángulos adoptados por las distintas personas mediante fotos, y videos.

### Factores de evaluación ergonómica.

Para evaluar el índice antropométrico, el simulador debía ser ajustable en alturas de asiento y manubrio y ángulos entre ellos para que la posición de pies, piernas, espalda y brazos permitiera a toda la gama de usuarios ajustar cómodamente las cinco posiciones seleccionadas previamente. Para la gama de usuarios, se incluyó un amplio espectro de personas de diversas nacionalidades y características físicas (entre 1.60m y 2.10m). Se debía garantizar la libertad de movimiento necesaria para la conducción y la correcta aplicación del índice biomecánico, así que se permitió inclinarse hacia los lados, hacia adelante y hacia atrás para operar el simulador, y por ende, el monociclo.

Para el índice fisiológico, se procuró que fuera fácil montarse y desmontarse del monociclo, que las posiciones que el usuario pudiera adoptar no desembocaran en una lesión y que el simulador no fuera a colapsar a lo largo de las pruebas (sería importante trasladar estas características al prototipo).

Como factor higiénico del simulador se buscó que los materiales y formas no presentaran riesgo alguno para el usuario, que el asiento y las agarraderas del manubrio fueran de materiales suaves y que brindaran cierta comodidad.



*Componentes de simulador*

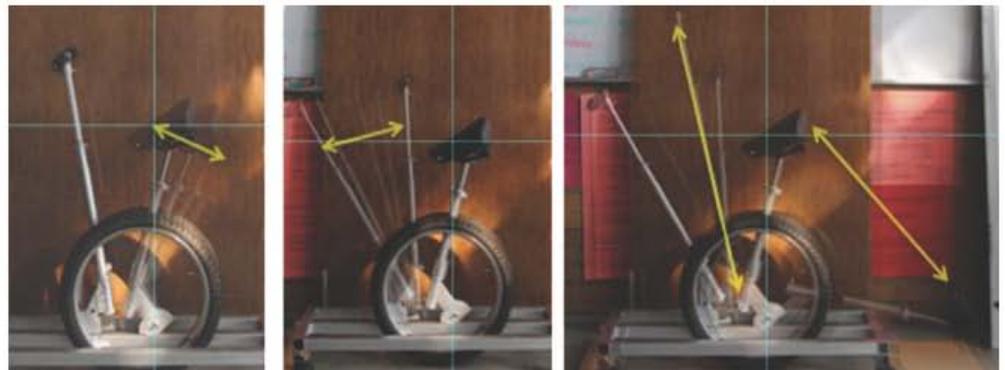
### Diseño y construcción.

Bajo estas premisas, se realizaron bosquejos para solucionar económica y efectivamente los problemas del simulador, fue diseñado para poder adoptar diferentes posiciones en cada uno de sus componentes, como es el asiento (puede inclinarse mediante la barra de sujeción y mediante el asiento), y el manubrio (cuenta con características similares ya que también puede cambiar su inclinación y elongación del brazo principal).

Una vez solucionado, fue fijado a un marco o chasis tubular para poder probar distintas posiciones estando de pie tanto lateral como de frente y se le agregaron pequeñas llantas en cada una de las esquinas para simular el recorrido de un monociclo con asistencia electrónica, de igual manera se le agregó un par de llantas de bicicleta en el centro del chasis, para tener las dimensiones y la percepción más real posible de un monociclo.

Para la construcción se compraron dos manubrios telescópicos pertenecientes a dos scooter que se modificaron para simular la inclinación y la elongación tanto en el maneral como en el asiento del monociclo. También se compró un tubo cuadrado de dos pulgadas para el chasis donde serían fijados los componentes, un asiento de bicicleta y por último se compraron dos pares de ruedas para silla de oficina y tornillos para fijar los componentes.

*Posiciones del simulador*



Una vez construido el simulador, se fijaron las posiciones analizables, probables y adaptables; descartando las excesivamente peligrosas y las que hacían sentir al usuario acomplejado o apenado por la manera de usar la unidad. Así, se usaron las siguientes posiciones:

Ambos pies dentro de la llanta (Posición A)

Ambos pies fuera de la llanta (Posición B)

Un pie dentro y otro fuera (Posición C)

Parado (Posición D)

Sentado (Posición E).

Después de haber adoptado cada una de las distintas posiciones, se encuestó a cada usuario de la siguiente manera:

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

1.-Que tan seguro te sientes manejándolo?

Muy seguro \_\_\_\_\_ Seguro \_\_\_\_\_ Peligroso \_\_\_\_\_

Muy peligroso \_\_\_\_\_

2.-Que tan comfortable te sientes al manejarlo?

Muy seguro \_\_\_\_\_ Seguro \_\_\_\_\_ Peligroso \_\_\_\_\_

Muy peligroso \_\_\_\_\_

3.-Por cuanto tiempo podrías manejar estar en esta posición ?

4.- Que tan rápido crees que podrías manejar considerando que nosotros caminamos a 5 Km/h y corremos a 25Km/H?

5.- En que posición crees y sientes que te ves mejor? Y porque?

Estas pruebas se aplicaron a jóvenes y adultos de entre 15 y 50 años que cumplen con las características para ser un usuario Premium, es decir, posibles consumidores Audi.

### De pie.

En la posición mostrada en la figura siguiente, el usuario está de pie, con ambos pies en soportes laterales, dirigido al frente. Cuenta con empuñaduras para las manos con la finalidad de conseguir una mayor sensación de estabilidad y seguridad.

En la posición mostrada en la figura siguiente, los entrevistados tenían una sensación de confort debido a que su cuerpo se encontraba en una postura natural. Los usuarios afirmaron sentirse un tanto inseguros, porque al acelerar y frenar, les causaba un desbalance debido a que su centro de gravedad se encontraba más arriba que el soporte de los pies.

*(Algunas imágenes fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

### Ventajas

Como se muestra en las tablas de ángulos y medidas, esta posición carece de flexión o inflexión extremas que lleven al usuario a experimentar lesión o fatiga ya que su postura corporal es natural.

### Desventajas

Fatiga en los tobillos e inestabilidad en las piernas en la acción de acelerar o frenar, pues únicamente se cuenta con las plantas de los pies para estabilizar el cuerpo.

### De pie lateralmente con los pies fuera de la rueda.

En la posición mostrada en la figura siguiente, el usuario está de pie en posición perpendicular al sentido de avance. Ambos pies están fuera de la llanta y las manos tienen sujeto el manillar que da mayor sensación de estabilidad y seguridad.

En esta posición, catorce de los entrevistados afirmaron sentirse seguros porque mientras que las piernas se mantenían un poco más abiertas, la sensación de estabilidad fue mayor durante la aceleración y el frenado. Sin embargo, durante las vueltas afirmaron sentirse inseguros.

*(Algunas imágenes fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

#### Ventajas:

Como se muestra en las tablas de ángulos y medidas (véase el Apéndice C), el cuerpo está en una posición estática y neutral. Las piernas y los brazos no presentan ninguna flexión máxima que pueda dañar los ligamentos.

#### Desventajas:

El cuello está constantemente girado, causando dos posibles efectos. El primero es que después de un período, la posición causa fatiga y lesiones debido a la flexión extrema que se produce en la zona cervical. El segundo es que el cuello permanece girado, lo que impide al usuario voltear libremente a ambos lados.

### De pie lateralmente con los pies dentro de la rueda.

En la posición mostrada en la figura siguiente, el usuario se encuentra de pie en posición lateral al sentido de avance. Ambos pies están dentro de la llanta y las manos tienen sujeto el manillar lo que da una mayor sensación de estabilidad y seguridad.

Doce de los entrevistados afirmaron sentirse inseguros e incómodos por la posición de los pies muy cerca de la rueda lo que generó inestabilidad.

*(Algunas imágenes fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

#### Ventajas:

Como se muestra en las tablas de ángulos y medidas (véase el Apéndice C), el cuerpo está en una posición estática y neutral. Las piernas, los brazos y los ángulos de flexión del cuerpo no presentan inflexiones extremas que puedan provocar que las articulaciones o ligamentos queden dañadas.

#### Desventajas:

El cuello está constantemente girado, causando dos posibles efectos. El primero es que después de un período, la posición causa fatiga y lesiones debido a la flexión extrema que se produce en la zona cervical. El segundo es que el cuello permanece girado, lo que impide al usuario voltear libremente a ambos lados. La poca apertura de los pies limita el área de estabilidad del vehículo y su ocupante.

### De pie lateralmente con un pie dentro y otro afuera de la rueda.

En la posición mostrada en la figura siguiente, el usuario está de pie en posición perpendicular al sentido de avance. Un pie está dentro de la llanta y el otro está detrás de la rueda. Las manos tienen sujeto el manillar lo que provoca mayor estabilidad y seguridad. En la posición mostrada en la figura siguiente, dieciséis de los entrevistados experimentaron mayor sensación de seguridad durante el frenado, en comparación al de dos pies dentro de la rueda.

*(Algunas imágenes fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

#### Ventajas:

Como se muestra en las tablas de ángulos y medidas (véase el Apéndice C), el cuerpo está en una posición estática y neutral. Las piernas y los brazos no presentan ninguna flexión máxima que dañara los ligamentos.

#### Desventajas:

El cuello está constantemente girado, causando dos posibles efectos. El primero es que después de un período, la posición causa fatiga y lesiones debido a la flexión extrema que se produce en la zona cervical. El segundo es que el cuello permanece girado, lo que impide al usuario voltear libremente a ambos lados.

### Sentado.

En la posición mostrada en la figura siguiente el usuario se encuentra sentado en posición frontal orientado al sentido de avance y puede modificar la altura y el ángulo del asiento para su mayor comodidad.

El cien por ciento de los encuestados afirmó sentirse muy cómodo, pues al estar sentado mirando hacia el frente le provocaba una sensación de control y estabilidad. Los tres puntos de apoyo (pies, manos y asiento) le ayudaban a acelerar, frenar y dar vuelta, todo con una mínima sensación de inseguridad.

*(Algunas imágenes fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

#### Ventajas:

Como indican las tablas, esta es una posición natural para el cuerpo debido a que los ángulos de flexión e inflexión no sobrepasan los ángulos máximos del cuerpo, y el usuario puede permanecer un mayor periodo en esta posición por el tercer apoyo que quita presión a los pies y piernas haciendo más estable el recorrido.

#### Desventajas:

Lo negativo de esta posición es únicamente en cuanto a el sentimiento de los usuarios de percibirse así mismos como en posición de descanso, provocando que el usuario se sienta, poco audaz.

**Posición Final.**

Después de analizar pruebas y encuestas, los factores a considerar fueron: comodidad, ergonomía, seguridad, apariencia y factibilidad constructiva. Fue importante tomar en cuenta los riesgos de seguridad y el diseño que debía reflejar la filosofía de la marca. Después de observar ventajas y desventajas de los modelos, se llegó a la conclusión de hacer un monociclo ligero, compacto y portable, sin dejar de lado la comodidad, manejabilidad y estilo.

*(parte de los resultados fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador)*

## Segunda conceptualización

### Solución de mecanismo de plegado.

Una vez definida la posición del usuario, se procedió a la conceptualización basada, como se ha mencionado, en la ergonomía, la portabilidad, el peso, el desempeño y la estética.

Bajo estas premisas, se hizo una selección de las cuatro propuestas más significativas para encaminar el proyecto hacia el concepto final. Además, se consideraron las que presentaran la solución más simplificada de los mecanismos y ensamblajes.

La intención era explorar las opciones tan ampliamente como fuera posible y así generar ideas originales e innovadoras. En la segunda parte se discutieron en conjunto los diseños generados individualmente para eliminar propuestas poco viables y solucionar problemas específicos de los conceptos interesantes.

Más adelante se muestran algunos de los conceptos que se llevaron a cabo, tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno.

*(las propuestas fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

## Selección del concepto final

Una vez seleccionados los cuatro conceptos, se hizo la videoconferencia con la marca, donde se expusieron las características de cada uno y la preferencia hacia una propuesta en particular (debido a la hipótesis de tener ventajas sobre los demás). Por la complejidad de cada uno, el presupuesto disponible y el tiempo para la realización del prototipo; el patrocinador seleccionó un concepto a desarrollar. Todos estos puntos de vista fueron analizados por el equipo y se decidió trabajar con este modelo por las mismas razones que puntualizó el patrocinador.

Así, se seleccionaron las piezas con sus respectivas características de diseño, manufactura y dimensión para el monociclo. Todo ello, con arduo trabajo de anotaciones, planos, maquetas, simuladores, modelos y por último, un prototipo virtual en el que cada una de las piezas era probada mediante programas CAD CAM CAE para evitar problemas posibles al momento de la fabricación final.



*Presentacion de propuestas al patrocinador*



*Bocetado de propuesta final.*

## Prototipo de Función Crítica (PFC)

### Razones para la construcción de un prototipo de función crítica.

Como no existe vehículo alguno en el mercado que se asemeje en características, apariencia y función de este proyecto, se tuvo la necesidad de construir un (CFP) que demostrara físicamente la sensación de manejo e interacción con el usuario meta.

Debido a la necesidad de confirmar cualquier resultado que se obtuviera del simulador ergonómico, y de comprobar los experimentos de programación del algoritmo de control; se decidió construir un prototipo que funcionara de manera similar (o idéntica) al monociclo final para, de ser posible, utilizarlo como base para montar las últimas piezas del monociclo y así convertirlo en el prototipo terminal y con todo ello, ayudar a reducir los costos del proyecto.

*(Los resultados fueron omitidos según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

### Principios básicos de construcción.

Diseño del PFC:  
antes de comenzar la construcción del prototipo, se evaluaron las necesidades generales del monociclo tomando en cuenta los acuerdos básicos discutidos en equipo, dentro de los que destacan:

*(Las características fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

Todas estas consideraciones, ayudarían a la construcción final del prototipo y además, se puede resumir en un lineamiento constituido de tres palabras clave:

Cero ambigüedad: división clara de las partes y funciones; fuerzas, materiales y flujo de señales inequívocas.

Simplicidad: tener el menor número de piezas posible (garantizando así una menor fuente de fallas), interfaz clara, y dividiendo estructuras complejas en módulos claros.

Seguridad: seguridad de componentes (de ruptura y duración), seguridad de funcionamiento (la función debe ser satisfecha de forma clara y segura), incluyendo seguridad ambiental (influencia del medio ambiente en el producto y viceversa), así como seguridad de operación (al construir o usar el producto)

Así mismo, para reducir costos, los principios básicos a considerar fueron:

- Tolerancias muy ajustadas.
- Grandes espesores de pared.
- Piezas costosas y lubricantes.
- Ensamblajes complicados.

- Demasiadas partes nuevas.
- Organización del producto en grupos que pudieran ser ensamblados por separado y también montados simultáneamente.

## Integración / Diseño final

### Diseño final.

En esta etapa del proyecto era momento de concretar e integrar todo lo recabado, se determinó que sería utilizado el PFC por su calidad constructiva y porque el controlador ya estaba funcionando en el PFC y recalibrarlo en otro prototipo requeriría mucho tiempo y más dinero del presupuestado.

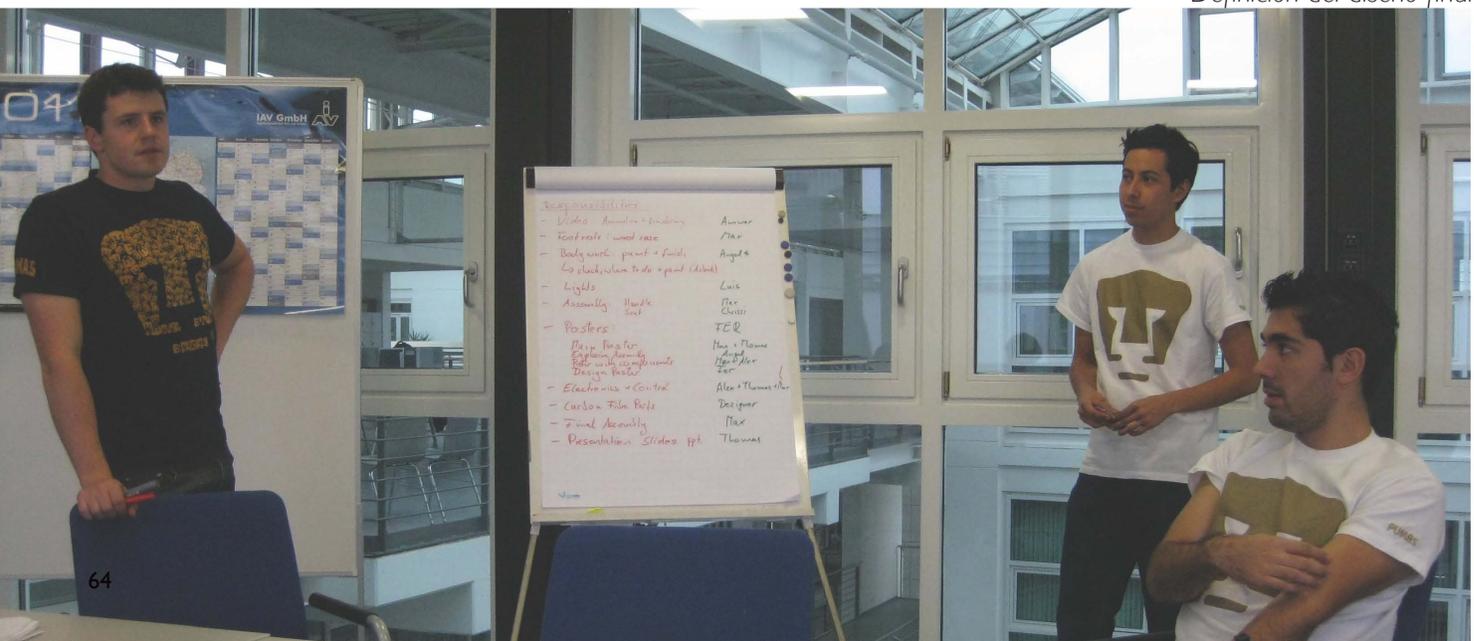
### Características del diseño final.

El proyecto completo fue basado en los puntos clave del patrocinador que englobaban características estéticas y técnicas como elegancia, alta tecnología, sobriedad y exclusividad.

Los estudios ergonómicos arrojaron que la posición física y la percepción emocional del conductor eran factores cruciales en el diseño de los componentes del monociclo, ya que no se puede hablar de que un objeto está adecuadamente resuelto, si el usuario no se siente satisfecho utilizándolo, de esta manera el diseño fue ajustado a las necesidades de nuestro rango de usuarios.

El monociclo fue construido basado en un diseño totalmente integral de superficies lisas y texturas visuales que le otorgaron la variedad de materiales utilizados, que juntos dieron vida al concepto principal buscada por el patrocinador : lograr una estética armónica ligera, elegante, sobria y de alto valor percibido.

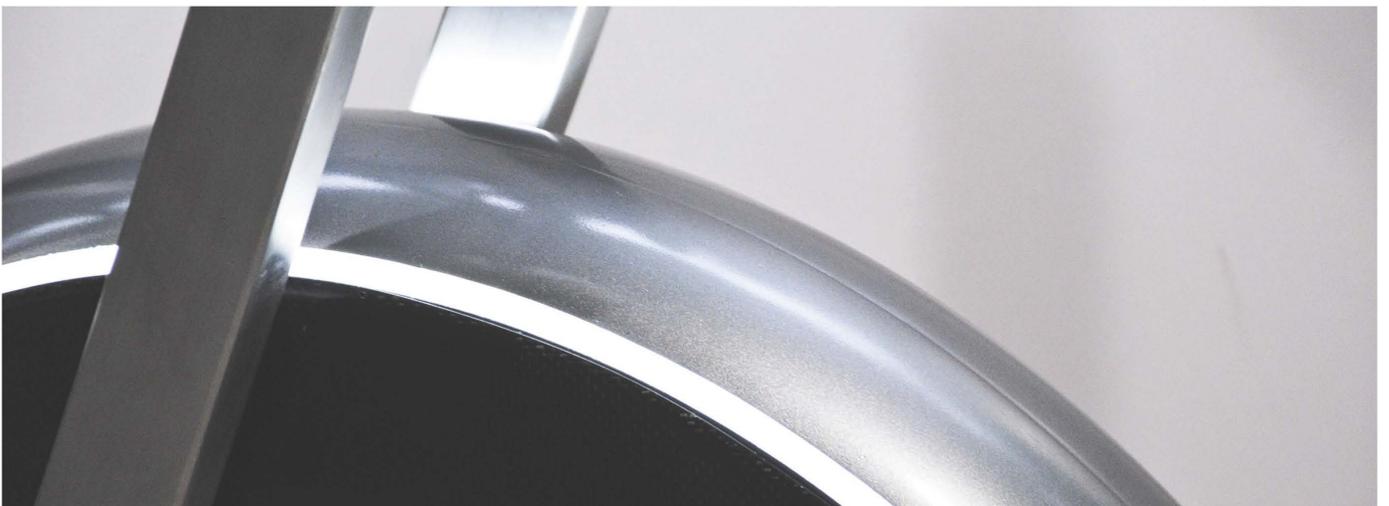
*Definición del diseño final*



Antes de la fabricación final, se contemplaron tres diseños. El primero, estaba inspirado en el diseño dinámico y deportivo de los productos del patrocinador, El segundo, jugaba con los volúmenes y líneas que se interceptaban con gracia entre sí. La tercera fue la más minimalista tratando de llevar la estética y los volúmenes al mínimo y la pureza de la línea al máximo. La combinación de los tres, llevó a un dinamismo tecnológico y minimalista que representó dignamente a la marca.

Como resultado, todos los materiales usados (aluminio, fibra de carbono, pintura automotriz y las luces LED), interactúan en un contraste balanceado entre sí y dar paso a la carrocería del monociclo.

*Contraste de materiales*



Escala Humana.



### Ergonomía.

Unos de los ejes más importantes del diseño fue el de la ergonomía aplicada al producto ya que los componentes tenían que cumplir satisfactoriamente estas demandas, para el diseño final se tuvieron en cuenta los distintos índices ergonómicos previamente analizados.

### Índice Psicoperceptivo.

Para garantizar la comodidad del usuario, se buscó que la posición de conducción fuera similar a las bicicletas, y que la estética en conjunto (uso de materiales y manejo formal) aunada a la velocidad final del vehículo [25km/h].

Además, el monociclo debía ser intuitivo para evitar conflictos al usuario. Los códigos visuales tenían que ser muy claros y evidentes para facilitar el despliegue y la operación.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador)*

### Índice Fisiológico.

El diseño del asiento se desarrolló a partir de la función que tienen los asientos para bicicleta.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

### Índice Antropométrico.

Como base para el nuevo diseño, se utilizó el dibujo en 2D previamente generado a partir de los rangos de tallas de usuarios que fueron recabados durante la aplicación del simulador ergonómico. Usándolo como guía, se generaron diseños alrededor de esta plantilla logrando respetar las medidas y ángulos en el diseño final a través de elementos adaptables al usuario.

### Índice Biomecánico.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

### Índice Higiénico.

Se plantearon materiales suaves y limpios para evitar lesiones al usuario, al mismo tiempo, se evitaron bordes filosos y mecanismos que pudieran herir al individuo. El asiento se planteó en un material blando para que su uso sea más agradable.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

### Estética.

Los valores estéticos de la gama de productos del patrocinador fue principalmente interpretada por los conceptos de exclusividad, elegancia, racionalismo y simplicidad, tomando en cuenta que los valores agregados como la tecnología y la innovación son aspectos que terminan influyendo directamente en la estética.

Las líneas empleadas en el diseño final, surgieron como respuesta a las necesidades expresivas del proyecto y fueron suaves, con cambios de curvatura sutiles, transiciones entre materiales muy definidas, ensamblajes y acoples visibles. Todo, para generar un aspecto elegante y refinado.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

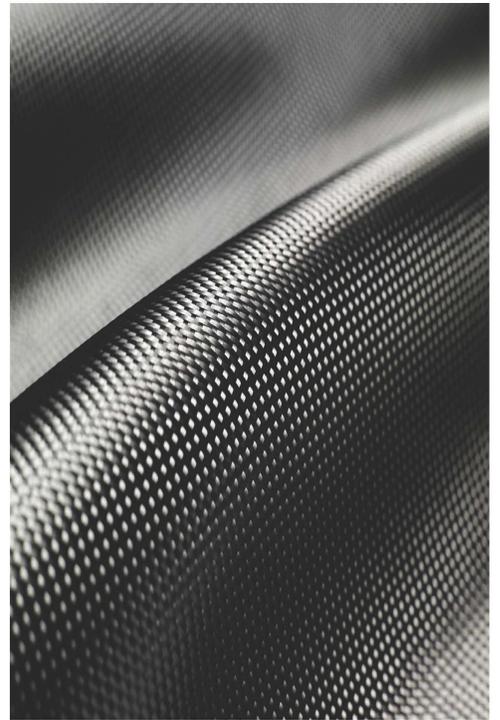


*Combinación de materiales*

*Apariencia tecnológica*



La decisión de materiales y acabados se realizó a través de la integración del lenguaje de la marca. Los acabados seleccionados inspirados por las sensaciones generadas por identidad de marca. La combinación de todos estos elementos reflejan un desarrollo tecnológico avanzado y una estética muy cuidada en un producto que tiene la posibilidad de ser comercializado en las mega ciudades en un período corto, pues cumple con las necesidades de transporte de los usuarios de la marca del patrocinador y que al mismo tiempo, tiene características de los productos Premium.



*Honestidad constructiva.*

*Contraste de materiales.*



### Producción.

A partir de los bocetos y esquemas realizados se hizo una extensa investigación de proveedores nacionales e internacionales, de procesos de fabricación y materiales industriales, todo ello, para la manufactura del prototipo, por lo cual se fueron delimitando poco a poco a aquellos procesos y materiales que ofrecen mayores ventajas, tiempo, presupuesto, apariencia, resistencia, ligereza, o tecnología.

Además se buscó que la estética de los materiales fuera acorde a los requisitos del segmento abarcado por el patrocinador.

**Moldeado de Fibra de Carbono:** esta fibra es un material compuesto, que se combina con resinas plásticas, principalmente resinas epóxica.

Se eligió debido a sus capacidades físicas como el bajo peso, la gran capacidad de resistencia mecánica, la flexibilidad, la resistencia altas temperaturas y la baja expansión térmica.

Las piezas de fibra de carbono proporcionan mayor una protección y una estética contemporánea a las caras exteriores de la carrocería, que son las zonas más expuestas y tienen un contacto frecuente con el usuario.

Existen varios métodos para procesar este material, que van desde la aplicación del compuesto a mano sobre moldes sencillos, hasta la utilización de bombas de vacío en moldes complejos, tomando en cuenta que la elección del proceso determinará las cualidades mecánicas de la pieza.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

Una vez que todas las piezas se diseñaron y optimizaron, se acordó dividir la producción, puesto que eran muchas piezas para realizarlas en un solo taller, por ello se decidió que algunas piezas pequeñas se realizaran en México.

Para apresurar el proceso de producción, se planteo para procesos nuevos de fabricación; el prototipado rápido es una solución que está brindando nuevas capacidades a la construcción de modelos con una gran variedad de posibilidades en materiales, desde polímeros plásticos hasta metales, y que reducen significativamente el tiempo utilizado para la producción de prototipos.

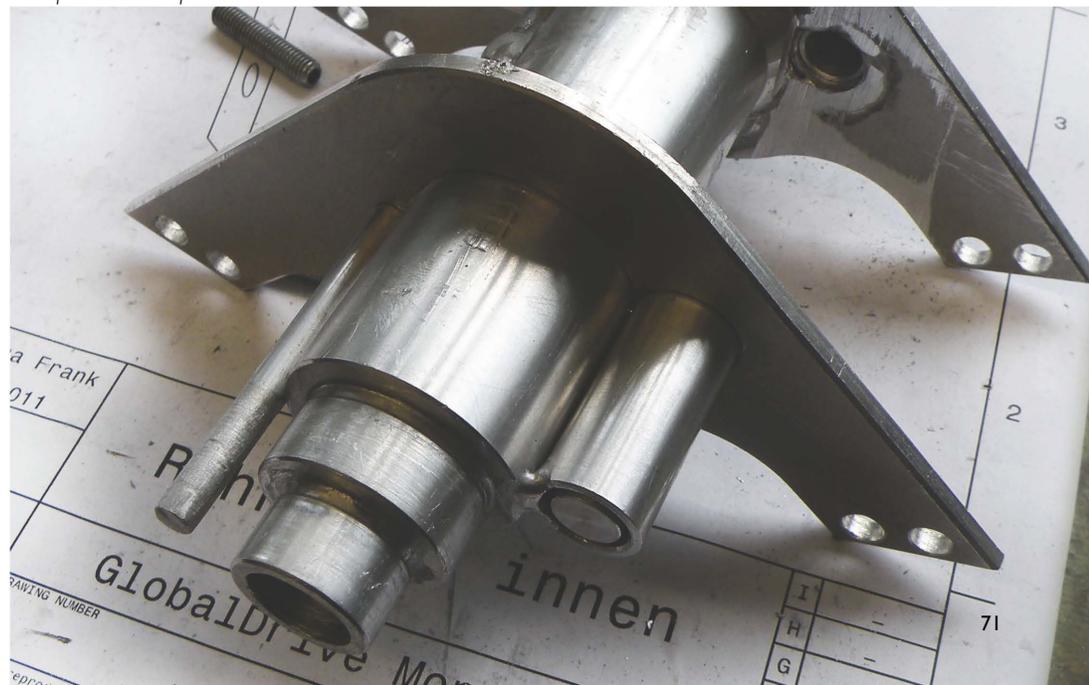
Dependiendo de las necesidades, existen varios materiales utilizables en el sinterizado plástico [poliamida, PC, ABS, PC+ABS, entre otros] los cuales brindan diferentes cualidades de resistencia, acabados y flexibilidad a los objetos producidos.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

Proceso de fibra de carbono



Maquinado de piezas de Aluminio



### Ingeniería de producto.

Una vez que el diseño estuvo establecido, se sometió a apreciación de los ingenieros la factibilidad de la propuesta, quienes hicieron análisis estructurales de las piezas para determinar sus cualidades mecánicas.

Al determinar que algunas de las piezas estaban sobradas o que eran muy complejas de realizar, inició uno de los procesos más complicados de todo el proyecto.

El generar acuerdos entre el área de diseño y la de ingeniería en relación al diseño final de las piezas, causó discusiones prolongadas; pues el departamento de diseño no quería sacrificar las características estéticas, mientras que el departamento de ingeniería quería sobre-optimizar la producción de las piezas.

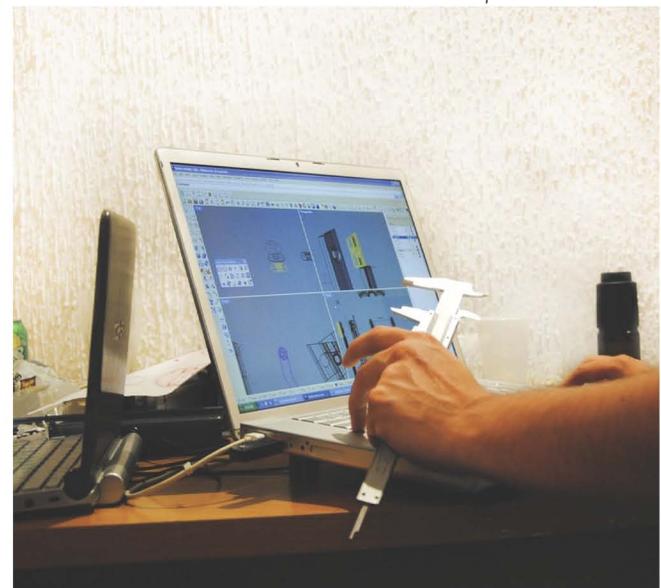
Cualquiera de las dos decisiones extremas conllevaría problemas en el resultado final, ya que si se optaba por mantener el diseño, el tiempo necesario para su producción aumentaría drásticamente (comprometiendo la finalización de la construcción), además de que se elevaría el peso del prototipo; por el otro lado, si se optimizaban totalmente las piezas, el Monociclo perdería las cualidades estéticas características de el patrocinador, lo cual eliminaría la razón de ser misma del proyecto. Después de analizar en conjunto las piezas, y de varias jornadas de diseño y rediseño, se logró un acuerdo en la construcción general y particular del monociclo

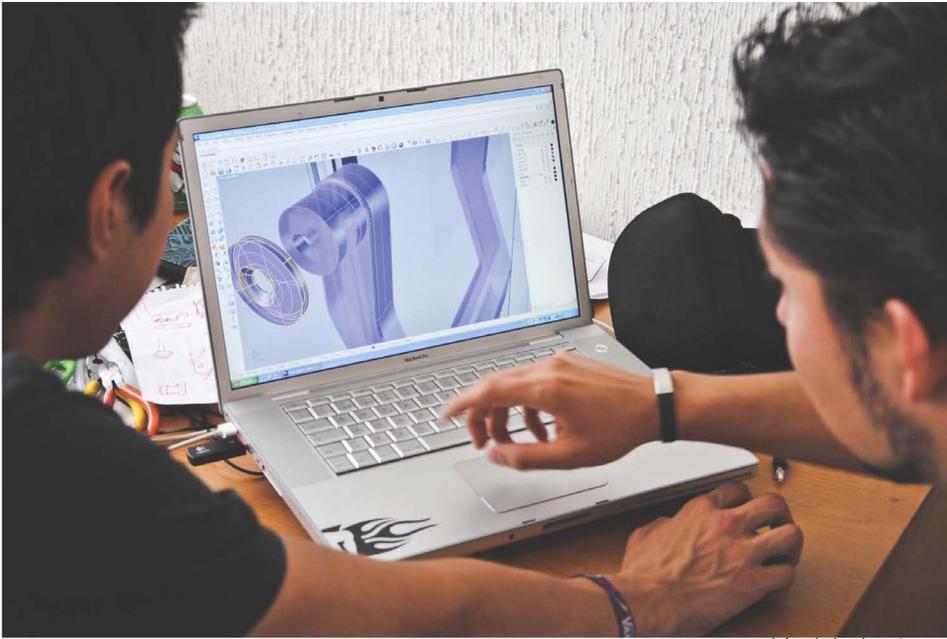
Para generar el Modelado Virtual (Prototipo Virtual) se dividieron las tareas y se acordó el formato en el cual se entregarían las piezas. Debido a la diferencia en el software utilizado entre Diseñadores e Ingenieros (Rhinoceros y Catia, respectivamente), se decidió que los formatos que se podrían utilizar para crear el prototipo serían IGES o STEP, para posteriormente importarlos a los diferentes programas según las necesidades específicas.

*División de tareas*



*Software de CAD*





*Modelado virtual*

#### Partes de Diseño.

Estas partes fueron responsabilidad de los Diseñadores y forman parte de la carrocería:

#### Partes Eléctricas y Mecánicas.

El modelado de estas piezas correspondió a los ingenieros según las especificaciones técnicas de cada componente.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*



### Análisis de requerimientos.

Se requería una gran cantidad de piezas de aluminio, por lo que rapidez y precisión eran necesarias. Además, era importante que las máquinas produjeran piezas de formas complicadas, pero que solucionaran muchos problemas, que fueran resistentes mecánicamente y que la textura final fuera agradable al tacto.

Las piezas de Fibra de Carbón no contarían con carga estructural, por lo que inclusive el método más sencillo para producirlas, cumpliría con los requisitos, por lo que se decidió por el proceso de aplicación a mano sobre molde hembra..

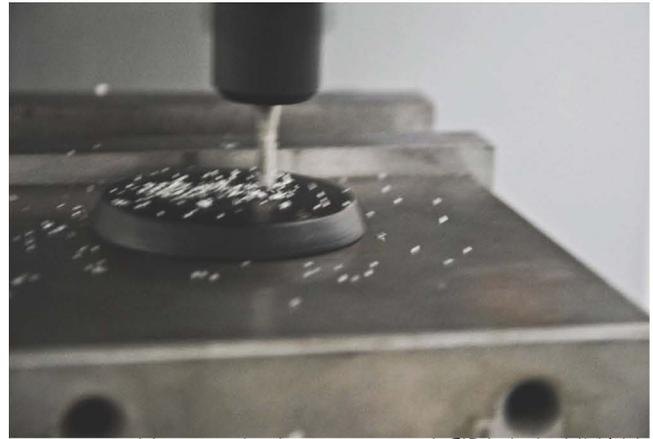
### Análisis Costos.

Los talleres de la Universidad Alemana presentaron el menor costo para las piezas de aluminio, al tener que pagar solamente el material. Las piezas sinterizadas resultaron las más costosas del proyecto, sin embargo, fueron las que le dieron la estética al prototipo. Así que se optó por obtener el patrocinio de Cipres Technology para reducir de ésta manera los costos. Para las pequeñas que entrarían en contacto directo con el usuario (asiento y manubrio), se eligieron materiales flexibles que fueron producidos al interno del CCADET de la UNAM.

Aplicar el método manual reduciría costos al no tener que contar con una bomba de vacío por la ausencia de demanda de carga estructural en las piezas de fibra de carbón,

### Análisis de plazos.

Los talleres alemanes ofrecían la capacidad de tener disponibles las piezas de aluminio inmediatamente después de ser producidas, mientras que los talleres de la UNAM produjeron las piezas justo a tiempo para el ensamble. Cuando el Prototipo Virtual fue terminado, se decidió que las piezas que tomaran más tiempo ser producidas, serían enviadas al patrocinador para su producción, y así evitar contratiempos.



*Maquinado de piezas en el CIDI de la UNAM*



*Manufactura en talleres de TUM*

### Prototipado rápido (Sinterizado plástico).

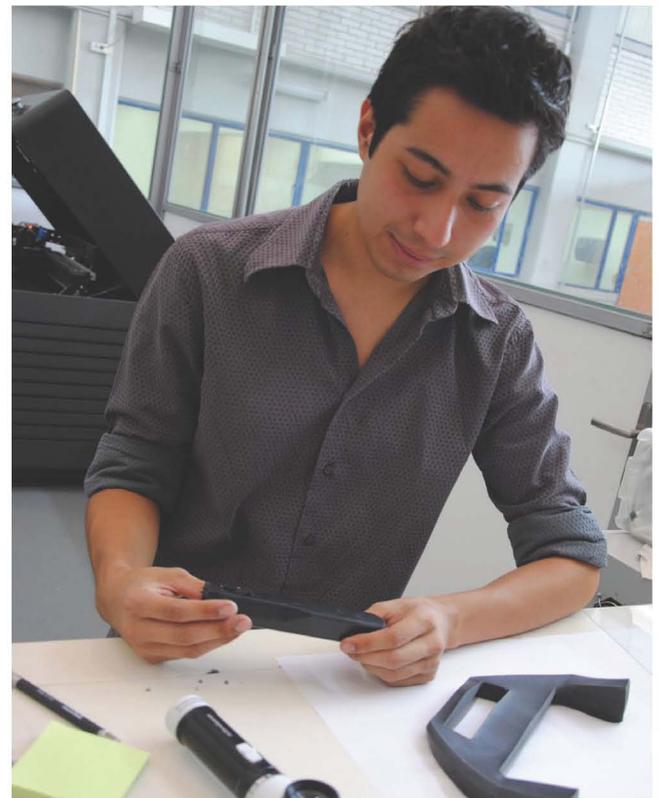
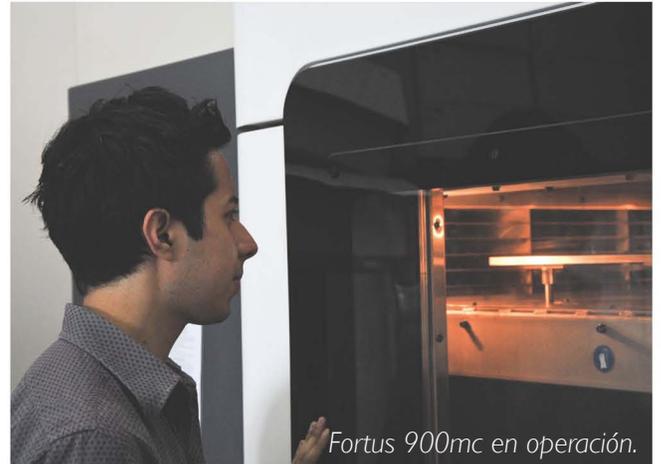
El siguiente paso fue generar los archivos STL necesarios para la construcción de piezas en prototipado rápido y se enviaron a ambos productores alemanes, para su evaluación y producción ya que ésta, cuenta con una máquina EOS EOSINT P380.

Se decidió enviar las piezas a ambas compañías para prevenir contratiempos (demora en la entrega de las piezas, problemas de resistencia de los materiales a esfuerzos, ruptura accidental de alguna pieza y demás imprevistos) y así tener un respaldo que garantizara la finalización y entrega oportuna del monociclo. con una máquina EOS EOSINT P380

Las piezas del asiento y manubrio se produjeron en en el instituto CCADET de la UNAM mediante tecnologías de vanguardia (cuenta con tres máquinas de prototipado rápido con diferentes capacidades y una Objet Connex500 que permite imprimir diversos materiales al mismo tiempo. En ésta última se imprimieron las cuatro piezas del manubrio y la parte blanda del asiento).

También se utilizaron una Fortus 900mc que permite cambiar entre ABS, PC, ABS M30, PC+ABS y una Fortus 400mc que cambia ABS, PC, ABS M30, PC+ABS, entre otros, donde se imprimió la parte rígida del asiento.

Dichas piezas fueron entregadas cuando el equipo completo estuvo reunido en la Technische Universität München previo al ensamble final.



*Limpieza de piezas de sinterizado plástico en el CCADET de la UNAM*

### Moldeado piezas de fibra de carbono.

Debido a que estas piezas no contarían con una carga estructural relevante, se decidió realizarlas de forma sencilla para economizar tiempos.

Primero, se realizaría un modelo en un torno (lo que garantizaría la exactitud en las medidas y continuidad en la superficie) para obtener el molde hembra y producir las dos piezas finales de fibra de carbono. Sin embargo, fue complicado encontrar un torno con las capacidades necesarias para realizar la pieza, por lo que se decidió producirla con una técnica diferente.

Sobre una superficie plana, se aplicó una cama de plastilina la cual fue cubierta con rellenedor plástico para ser posteriormente moldeada con un escantillón con la forma del corte transversal de la pieza. El modelo fue lijado y pulido hasta presentar un acabado brillante apto para ser usado en la obtención del molde hembra.

Sobre el modelo, se aplicaron capas que separaban fácilmente el molde del modelo (cera para moldes y película desmoldante), cuando dichas capas estuvieron secas, se aplicó gel coat (material que copiaría perfectamente la forma del modelo) que fue reforzado con fibra de vidrio que dio mayor resistencia al molde.

Fabricación del modelo para molde



Aplicación de fibra de carbono al molde

Aplicada homogéneamente en el molde y posteriormente fue cubierta con una capa de resina poliéster. Para brindar más resistencia y reducir costos, se aplicaron un par de capas de fibra de vidrio y finalmente más resina poliéster para encapsular ambas fibras.

*Resina gelatinizada**Pieza terminada pulida*

Se generaron dos piezas a partir del molde para ambos costados del monociclo, las cuales fueron transportadas en avión hasta Múnich, donde las piezas fueron cortadas a medida sobre las sinterizadas y fueron terminadas hasta obtener el brillo característico de la fibra de carbón.



**Consolidación /  
Ensamble Final  
en Múnich**

## Ensamble final en Múnich

### Reencuentro.

**E**ra momento de la última etapa del proyecto, la parte mexicana del equipo viajó a finales de mayo del 2011 a Alemania para encontrarse con sus colegas en la Technische Universität München. La estancia fue de dos semanas y se integraron los componentes fabricados en ambos países. Para ello, se habilitarían las piezas para el ensamble final del Prototipo y realizar las últimas pruebas de funcionamiento. Se detalló la estrategia para su entrega que incluyó el diseño de una presentación, un video acerca del monociclo, el diseño posters e infografías que describieran de una manera sintetizada las características más destacadas del proyecto.

Para mejorar la integración a la forma de trabajo en la Technische Universität München que por situaciones culturales resultaba ajena al grupo de mexicanos, se realizó un recorrido por las instalaciones, presentando la infraestructura, los espacios de trabajo y talleres destinados al proyecto, por otra parte se realizaron varios recorridos por los puntos mas representativos de ciudad de Múnich además de un viaje al castillo Schloß Neuschwanstein y al ex-monasterio Andechs dentro de la región Bávara. Un sin número de novedades sumergían al equipo de México en la cultura alemana, los sabores de la comida tradicional, los horarios de comida, los turnos escolares, los horarios del subterráneo y de otras actividades, representaban un reto, para la integración cultu-

ral, que sería facilitaría por la apertura de las personalidades de todos los miembros, logrando así, familiaridad y confianza, vinculándose más allá de lo académico.

Esta convivencia permitió que el trabajo se realizara de manera eficiente y en un ambiente adecuado.

Cada parte del equipo se enfocó a las tareas que tenía asignadas para lograr el ensamble en el corto tiempo que quedaba antes de la presentación final.

*Fachada de la Technische Universität München*



*Interior de TUM*



### Habilitación, rectificación y acabados.

Durante las dos semanas en que la parte mexicana del equipo visitó Alemania, el trabajo fue arduo debido a que sería la primera vez en que las piezas se intentarían acoplar y como era previsto se presentaron problemas de manufactura de menor relevancia los cuales debieron ser solucionados prácticamente hasta unas cuantas horas antes de la exposición.



### Rectificación de piezas de Aluminio.

Una vez que todos los maquinados de cada pieza estaban listos, eran corroboradas en ensambles previos para garantizar que cada pieza cumpliera su función de manera adecuada y que el ensamble fuera lo más justo posible. Las últimas partes construidas para el monociclo fueron entregadas por el taller de TUM y fue en ese momento cuando el ensamble final se comenzó a llevar a cabo, que nos pudimos dar cuenta que no había podido cumplir con todas las tolerancias y tuvimos que limar y lijar las piezas hasta llegar a la forma adecuada, especialmente con los mecanismos como los brazos telescópicos y los sistemas de sujeción de los brazos, que tenían que cumplir con las funciones de manera impecable para poder tener un excelente desempeño.

Se montaron todos los subsistemas sobre el ensamble previamente realizado del PFC. Como acabado, todas las piezas fueron lijadas para que obtuvieran un acabado satinado.



### Habilitación de piezas de sinterizado plástico.

Las piezas sinterizadas manufacturadas por el patrocinador necesitaban aún ser trabajadas para ser presentadas. Debido a sus propiedades mecánicas y térmicas, dichas piezas serían de reserva en caso de que las piezas producidas por el patrocinador no llegaran a tiempo para ser completadas. El material de las piezas producidas por el patrocinador eran relativamente fácil de trabajar, se lijó hasta que estuviera en condiciones de ser pintado, se aplicaron capas promotor de adherencia para recibir las capas de pintura color Gris daytona y al final se aplicaron capas de laca transparente para realzar el brillo. Cuando se recibieron las piezas producidas por el patrocinador, el tiempo era justo para terminarlas antes de la presentación. El material de estas piezas, sin embargo presentó muchas complicaciones al ser un material mucho más rígido. Debido a que al momento de enviar los modelos virtuales para la producción de las piezas había ciertos ensambles no totalmente resueltos, se tuvieron que hacer ajustes de última hora sobre las piezas antes de que fueran terminadas y pintadas.

Para lograr trabajar con las piezas, se lijaron hasta un estado que permitiera recibir un micro sellador en aerosol y lograr los acabados exigidos, cuando el acabado fue lo suficientemente liso, se aplicaron varias capas de primario. Cuando se aplicó la pintura se hizo con mucho cuidado para conseguir la máxima calidad posible en cada una de sus 5 capas y finalmente se borraron algunas pequeñas imperfecciones con la lija de grano 1000 para aplicar 2 capas de acabado brillo claro, al final. Al término, se sólo dio el último toque con cera pulidora y cera de carro. Se tuvo que cambiar de pintura debido a que el Gris daytona era muy parecido al tono de la Fibra de Carbono así que se optó por el Gris cuarzo, un gris también de la línea cromática de Audi, pero más claro. Una vez listas las piezas, y estando todos los componentes mecánicos en posición, fueron atornilladas al prototipo.



### Piezas de Fibra de Carbono.

También las piezas de fibra de carbono necesitaban ser ajustadas para adaptarse perfectamente a la carrocería. Sabíamos al principio que debido a la precisión necesaria y la forma de la carrocería sería necesario un ajuste, una vez que tuvieramos las partes juntas en Múnich, por lo que se considero hacer piezas de fibra de carbono sobradas para tener la oportunidad de cortar y lijar.

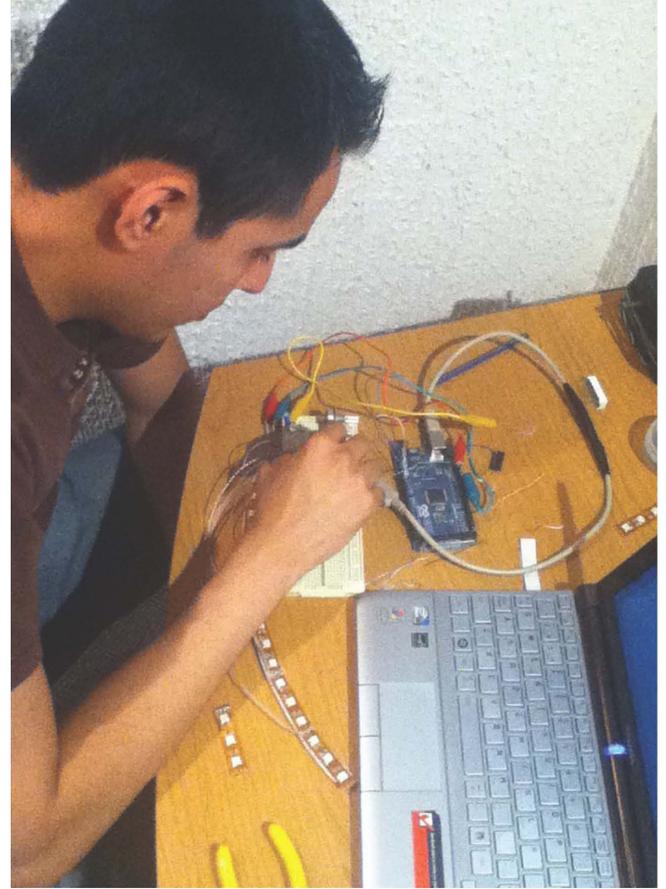
Después de presentar la carrocería y la parte de fibra de carbono, se determinó el área de ajuste y los cortes finales se hicieron con cuidado con un taladro portátil, para eliminar la fibra de carbono sobrante. Después la parte fue lijada en el borde del corte para eliminar imperfecciones del herramienta. Finalmente, la pieza de fibra de carbono se ajustó adecuadamente pues estaba pegada a los costados de la carrocería.





#### Habilitación de cámara de iluminación.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*



### Distribución y fijación de componentes electrónicos.

Una de las últimas tareas fue la distribución de la electrónica, se tenían que colocar todos los componentes que se habían planteado y utilizado en el prototipo de función crítica pero ahora en el prototipo final. Debido a que el espacio interior de la carrocería era mucho más reducido que en el primer prototipo todas las partes con excepción del motor tuvieron que ser re organizadas. al interior del prototipo, por lo que fue necesario comprobar que las piezas ensamblaran correctamente.

*(Algunas conclusiones fueron omitidas según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*

Hubo una serie de requisitos para la colocación de los diferentes componentes

Todos los componentes se tuvieron que situar de una manera en la que no se descompusieran en el caso de una colisión o en una inclinación excesiva del monociclo. Otro punto a considerar eran los cables que debían de mantenerse cortos y lejos de todas las piezas móviles. Con el fin de reducir el ruido electromagnético se separaron los cables de señalización de los cables de alto voltaje y de esta manera evitar cualquier tipo de interferencia.



**Distribución de soportes.**

Una de las grandes ventajas de este tipo de ensamble fue que su desmontaje era muy sencillo, pues solo había que desatornillar las láminas para sacar el rack de baterías o el circuito de sensores.

*Mesa de trabajo en talleres de TUM*



## Presentación

### Diseño de presentación.

Se determinó que para la presentación sería pertinente comenzar con un video introductorio para explicar un panorama general del problema abordado .

La parte alemana se encargó de dicho video, mientras la parte mexicana se encargó de demontar la presentación con la información relevante de todas las partes, también se generaron 5 posters tamaño A0 que serían mostrados durante la exposición del proyecto una vez acabada la presentación. Se buscó que estos posters presentaran un diseño gráfico similar al que utiliza el patrocinador y que fuera coherente con la estética del monociclo.

Este trabajo se llevó a cabo en conjunto entre parte de la sección alemana del equipo y parte de la sección mexicana. El objetivo era generar una serie de posters en los que se expondría el desarrollo del proyecto y realizar una explicación gráfica de los componentes del monociclo.



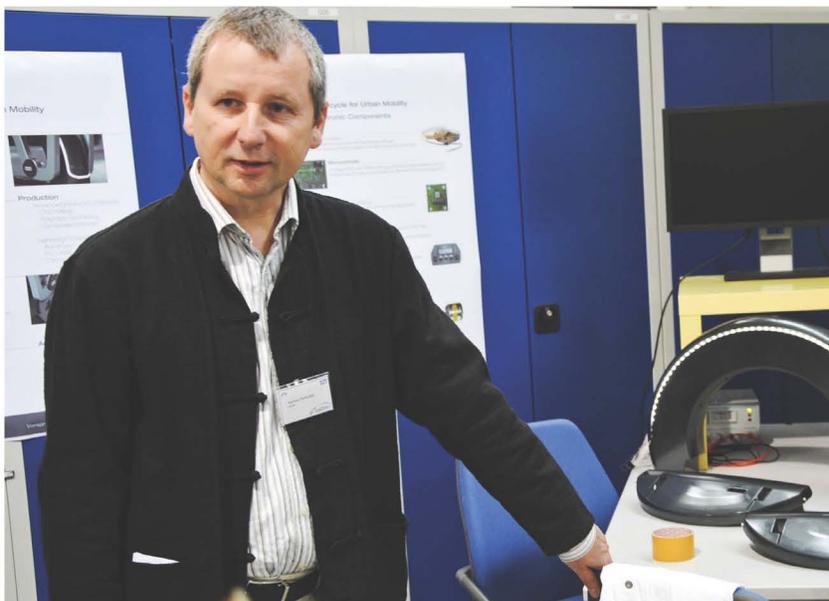
### Crónica de la presentación.

El 9 de Junio del 2011, en la Universidad Tecnológica de Munich de Alemania, se llevo a cabo la presentación de los proyectos llamados “Global Drive” que tienen vinculación con otras cuatro universidades de mega ciudades del mundo como son México, China, Brasil y Singapur. Se preparó una nave de la división de mecánica automotriz y motores eléctricos para recibir con un desayuno a los invitados (muchos de ellos, reconocidos personajes del medio de la innovación tecnológica), entre ellos, el Maestro Luis Equihua Zamora, uno de los coordinadores del proyecto del CIDI de la UNAM.

La apertura oficial la hizo el profesor Lienkamp coordinador de la división, y quien presentó a los equipos internacionales. El primero en hacer su presentación, fue el de Singapur con “Bike to Go” patrocinado por una empresa dedicada a soluciones de materiales. El segundo fue el de Shanghai con “Connected eMobility” que enseñó un aplicación multimedia . El tercero fue el de Sao Paulo con “Internacional Human-Machine Interface” . Finalmente, fue el turno de México-Alemania con “Monocycle for urban mobility”. Los alumnos subieron a la plataforma, para comenzar con un vídeo introductorio que planteaba la problemática general. Después, se continuó con una historia sobre las complicaciones actuales del tráfico cotidiano. Luego, se narró una historia sobre cómo el proyecto ayudaría a reducir tiempo y estrés en los usuarios.

informativos. Los presentadores atendieron a los visitantes, respondiendo a sus preguntas acerca del proyecto. En ese sitio se contó con la presencia del representante de la empresa patrocinadora, quien quedó muy satisfecho de los resultados. Finalmente, el equipo fue felicitado por el profesor Lienkamp de manera personal.







El momento más importante fue cuando el prototipo hizo su aparición a un costado de la plataforma de presentación, siendo conducido por uno de los integrantes del equipo mostrando claramente las virtudes del proyecto. Los asistentes se pusieron de pie para verlo mejor y aplaudieron en ese mismo momento. Posteriormente se explicaron los fundamentos de ingeniería y tecnológicos en los cuales se fundamentaba para dar solución al Monociclo. La presentación la continuaron los diseñadores que hablaron sobre la estética de la marca. Se concluyó con los agradecimientos a los patrocinadores y gente que ayudó al proyecto.

Después se pasó al sitio donde se encontraba el prototipo y se pudieron apreciar los posters informativos. Los presentadores atendieron a los visitantes, respondiendo a sus preguntas acerca del proyecto. En ese sitio se contó con la presencia del representante del patrocinador principal, quien quedó muy satisfecho de los resultados. Finalmente, el equipo fue felicitado por el profesor Lienkamp de manera personal. Este éxito en la presentación sería un muy próximo adiós a tierras alemanas ya que dos días después el equipo dejaría la ciudad y trabajaría a distancia el reporte final de proyecto.

## Conclusiones

Los resultados finales fueron totalmente satisfactorios, los logros tanto en diseño e ingeniería permiten entender la relevancia de este proyecto partiendo fundamentalmente en el prototipo como síntesis del trabajo y compromiso del equipo internacional.

Uno de los aspectos más importantes inherentes al proyecto fueron la experiencia que implicaba, el proceso de realización, sin duda es lo más destacable, el manejo de proyectos a distancia, establecer comunicaciones, logística y administrar el proyecto fueron la base del proyecto..

La realización del prototipo funcional, a partir de los limitantes de tiempo y presupuesto, es un ejemplo de la amplia capacidad de los alumnos e instituciones involucrados en el trabajo. El aprendizaje obtenido es sin duda, la conclusión tangible de esta investigación y se refleja en la calidad de la presentación, de sus detalles y del razonamiento del concepto de este innovador medio de transporte.





# Apéndices

## Apéndice A

State of the art / monociclos.





# Apéndice B

## Encuesta - Listado de Preguntas

### I. Comportamiento del usuario

I.1 ¿Qué tanto tiempo te lleva el recorrido de tu casa a tu escuela/trabajo?

I.2 ¿Qué tanto peso necesitas llevar a tu escuela / trabajo?

I.3 ¿Qué tan seguido usas otro tipo de transporte a parte de tu auto?

I.4 ¿Cuánto dinero gastas en transporte diariamente?

I.5 ¿Tienes problemas para encontrar estacionamiento y preferirías llegar en transporte público?

I.6 ¿A qué lugares te gustaría entrar, que no podrías con tu medio de transporte usual?

I.7 ¿Cuál es tu medio de transporte usual y por qué lo utilizas?

I.8 ¿Cuál es la velocidad mínima a la que te gustaría ir tomando en cuenta que caminas a 4km/hrs y corres a 10km/hrs.

### 2. Seguridad en transporte

2.1 ¿Qué piensas acerca de la seguridad del transporte que ocupas en la ciudad?

2.2 ¿Cuál crees que es el transporte más inseguro y cual el más seguro?

2.3 ¿Cómo te sientes con las condiciones viales de la ciudad de México?

2.4 ¿Cómo te sentirías si manejaras un medio de transporte personal (una persona) en el tráfico de la ciudad de México?

2.5 ¿Con qué velocidad te sentirías cómodo al manejar un medio de transporte personal (una persona)?

2.6 ¿Cómo te sentirías manejando un sistema de transporte personal sobre la banqueta en vez de estar en la vialidad?

2.7 ¿Qué medidas de seguridad crees que debería tener un transporte personal?

---

### 3. Experiencias y emociones

3.1 ¿Qué opinas acerca del transporte público?

3.2 ¿Cuánto dinero gastarías por un medio de transporte eléctrico e individual?

3.3 ¿Qué tan importante es la velocidad de los vehículos para ti?

3.4 ¿Cómo crees que se podría mejorar una bicicleta o una moto?

3.5 ¿Cuánto tiempo ocupas caminando por la ciudad?

3.6 ¿Cómo te sentirías si estuvieses manejando tu auto en medio del tráfico y un vehículo personal eléctrico te rebasara sobre la banqueta?

3.7 ¿Qué reacción esperarías que tuvieran tus amigos si tu manejaras un vehículo eléctrico innovador?

3.8 ¿Qué tan importante es el tamaño de este tipo de vehículos?

### 4. Preguntas generales

4.1 ¿Te sientes seguro cuando ocupas tu vehículo?

4.2 ¿Qué te desagrada de tu vehículo?

4.3 ¿Alguna vez has deseado que tu vehículo sea más pequeño?

4.4 ¿Qué te gusta de tu vehículo?

4.5 ¿En qué caso cambiarías tu moto por un vehículo de una sola rueda?

## Glosario de términos

**ABS:** Acrilonitrilo-butadieno-estireno, polímero plástico de alta resistencia, generalmente opaco

**Aluminio 7005:** tipo de aluminio para aplicaciones aeronáuticas

**CAD:** Computer Assisted Design, Diseño Asistido por Computadora. Modelado virtual diseñado a través de una computadora.

**CCADET:** Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, instituto de la UNAM.

**CFP:** Critical Function Prototype, Prototipo de Función Crítica.

**CIDI:** Centro de Investigaciones de Diseño Industrial.

**Dropbox:** Es un servicio de alojamiento de archivos multiplataforma tipo nube, El servicio permite a los usuarios almacenar y sincronizar archivos en línea y entre computadoras y compartir archivos y carpetas con otros.

**Orden de Trabajo (OdT):** Conjunto de Instrucciones dadas por el cliente para la realización de un proyecto.

**Facebook:** Página Web enfocada a la interacción social multimedia.

**FI:** Facultad de ingeniería de la UNAM.

**FTM:** Lehrstuhl für Fahrzeug Technik München, Instituto de Técnica Automotriz Múnich.

**Gelcoat:** Polímero plástico formado por dos componentes utilizado para generar moldes.

**Índice Ergonómico:** Cada uno de los factores relacionados al usuario a tomar en cuenta para desarrollar un producto.

**LED:** Light Emiting Diod. Diodo Emisor de Luz. Nuevo sistema de iluminación de bajo consumo eléctrico y altísima duración.

**MDF:** Medium Density Fiberboard, Tabla de Fibra con Densidad Media, material formado de un aglomerado de pulpa de madera.

**Monociclo:** es un vehículo de una sola rueda.

**Notebook:** computadora personal portátil de dimensiones inferiores a una Laptop.

**PC:** Policarbonato, polímero plástico con alta resistencia a la torsión, generalmente transparente.

**Prototipo:** Modelo real del diseño, totalmente funcional, casi como se llevaría a producción final.

**Resina Epóxica:** Polímero plástico compuesto de dos partes, que combinadas generan una reacción química y térmica que al concluir genera un material con altas prestaciones mecánicas.

**Resina Poliester:** Polímero plástico compuesto de dos partes, que combinadas generan una reacción química y térmica que al concluir genera un material con prestaciones mecánicas medias.

**Segway:** Vehículo de dos ruedas paralelas transversalmente, con sistema de autobalance y motores eléctricos.

**Sinterizado:** Proceso por el cual estratos de diversos materiales vienen compactados mediante calor hasta formar un volumen suficientemente rígido como para generar piezas de prototipos.

**STL:** formato de archivo necesario para realizar diversos prototipados rápidos.

**Tablet:** Pantalla portable con señal de entrada táctil.

**TUM:** Technische Universität München, Universidad Técnica de Múnich.

**UNAM:** Universidad Nacional Autónoma de México.

## Bibliografía / Fuentes

### Vanguardia Tecnológica:

Self Balancing Units: <http://focusdesigns.com/> (12/11/2010).

Ryno Unycycle: <http://rynomotors2.wordpress.com/> (12/11/2010).

Kerry McLean's Unycycle: <http://www.kerrymclean.com/> (12/11/2010).

Honda U3-X: <http://world.honda.com/U3-X/> (12/11/2010).

### Escenarios/Personajes:

Megacity Challenge: [http://w1.siemens.com/responsibility/pool/stakeholder/megacityreport\\_1439020\\_e.pdf](http://w1.siemens.com/responsibility/pool/stakeholder/megacityreport_1439020_e.pdf) (15/11/2010).

### México visión 2030: Prospectiva de Largo Plazo:

[www.foroconsultivo.org.mx/documentos/mexico\\_vision\\_2030/politica\\_2.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/documentos/mexico_vision_2030/politica_2.pdf) (15/11/2010).

Diagnóstico: La Ciudad de México de 2005 al 2030: [www.fundaciónchristlieb.org.mx/estudios7estudio67.pfd](http://www.fundaciónchristlieb.org.mx/estudios7estudio67.pfd) (15/11/2010)

[www.fundaciónchristlieb.org.mx/estudios7estudio67.pfd](http://www.fundaciónchristlieb.org.mx/estudios7estudio67.pfd) (15/11/2010)

Comportamiento del Conductor en los Escenarios Futuros Globales : [ww.dni.gov/nic/PDF\\_GIFglobal/driver\\_behavior.pfd](http://ww.dni.gov/nic/PDF_GIFglobal/driver_behavior.pfd) (15/11/2010).

*(Algunos datos bibliográficos fueron omitidos según el contrato de confidencialidad con el patrocinador).*