



cenidet

Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico
Cuernavaca, MEXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de Residencia Profesional:

***“Diseño y Construcción de un transporte personal
motorizado a dos ruedas”***

Residente:

Harry Gómez González

Asesor Interno:

Ing. José Manuel Rasgado Bezares

Asesor Externo:

Dr. Andrés Blanco Ortega

Agosto-Diciembre 2015

Resumen

En la realización de este proyecto se explica los pasos, que hay que tomar en cuenta, para el diseño y construcción de un vehículo de autobalance, concebido con el propósito de mejorar la movilidad de las personas sin afectar al ambiente. Se investigó sobre algunos de los vehículos, ya construidos, que están a la venta en el mercado; con este precedente, inicio el proyecto en busca de un vehículo diferente en aspecto y características. Se definieron parámetros tales como fuerzas, esfuerzos y deformaciones de los materiales, en este caso solo se involucra el diseño mecánico del vehículo, posteriormente se realizará la propuesta del diseño de control.

Abstract

In this project the steps explained, to be taken into account for the design and construction of a self balancing vehicle, conceived with the aim of improving the mobility of people without affecting the environment is explained. It investigates some of the vehicles, already produced, which are sold on the market; with this precedent, the project start looking for a different vehicle in appearance and characteristics. Defined parameters such as forces, stresses and deformations of the material, in this case it only involves the mechanical design of the vehicle, the proposal back control design is performed.

Tabla de Contenido

Introducción.....	1
1 Estado del Arte	2
1.1 Tipos de vehículos a dos ruedas motorizados	3
1.1.1 Segway PT x2	3
1.1.2 VEPI	4
1.1.3 Segway PT i2.....	6
1.1.4 Segway PT i2 Commuter	8
1.1.5 Segway PT i2 Comercial Cargo.....	9
1.1.6 Segway PT X2 Golf	10
1.1.7 Segway PT X2 Pólíce	11
1.1.8 Segway PT X2 Adventure	12
1.1.9 Scooter Autobalance Osdrich Todoterreno.....	13
1.1.10 Patinete eléctrico tipo segway con doble rueda y 500 W de potencia	15
1.1.11 2 Wheel self balancing scooter	16
1.2 Partes de un vehículo de autobalance o tipo segway.....	17
1.3 Motores eléctricos	19
1.4 Baterías	27
2 Planteamiento del problema	29
2.1 Definición del problema	29
2.2 Objetivo General.....	29
2.2.1 Objetivos específicos	29
2.3 Justificación del problema	30
2.4 Alcance y limitaciones	31
2.5 Productos y beneficios esperados	31
3 Plan de Trabajo	32
3.1 Diseño	32
3.2 Construcción	40
3.3 Cronograma	46
3.4 Equipo e infraestructura a utilizar	47
4 Conclusión	50
5 Bibliografía.....	51
6 Glosario	52
7 Simbología.....	53
8 Apéndice A	54

Introducción

Dentro de este reporte de residencia profesional, tocaremos un tema de mucha importancia dentro del ámbito del cuidado al ambiente. En estos últimos tiempos, uno de los factores que hay que atenuar es el cambio climático, en ese sentido; se pensó en una nueva manera de transportar a las personas de una forma más fácil y sin dañar a nuestro entorno.

El dispositivo se concibe, como una forma más de transportar a las personas de manera eficiente y sin esfuerzos. Es por eso, que dentro de las características que tendría el vehículo auto propulsado, se plantearon variantes tales que permitieran lograr que éste desarrollo fuera compacto, versátil, cómodo, incluso reducir el espacio y tiempo.

Es por eso, que en esta investigación, se analizarán factores del diseño mecánico para conseguir un eficiente diseño y de esa manera proponer una construcción con la seguridad de que el producto sea eficaz.

Hay que tomar en cuenta que el objetivo de esta primera etapa del vehículo, es solo el diseño mecánico, la etapa de control será elaborada en una segunda etapa.

Algunas de las magnitudes a considerar para nuestro diseño por mencionar algunas son: velocidad, fuerza, deformación y resistencia.

1 Estado del Arte

Uno de los primeros vehículos de autobalance creados en su clase fue el **segway**, empresa que lanzó al mercado este novedoso aparato con tecnología de control, dentro de la década de los noventa, se estaban haciendo planes para su lanzamiento al mercado, se trabajaba con ese proyecto que revolucionaría la forma de desplazarse de la sociedad, fue hasta el año 2001 donde se subastó el primer segway construido y de esa manera comenzaron sus ventas comerciales.

Este avance tecnológico fue primicia que a partir de ahí muchas personas se inspiraron en proponer un vehículo similar a este, teniendo en cuenta el costo del producto y la eficiencia de este transporte.

Según la página oficial de internet de la empresa segway menciona, “El segway® PT (personal transporter) es el primer transporte personal con un sistema de autobalance en su clase, diseñado para ir a cualquier parte. Tiene la habilidad de moverse de forma ecológica y eficiente. Es compacto, ágil, versátil y recargable en cualquier enchufe de corriente eléctrica. Permite que los usuarios tengan mayor visibilidad, versatilidad, movilidad y capacidad de carga. Su forma de desplazarse la hace usando una de las tecnologías más avanzadas, y seguras”. [1].

En la figura 1.1 se muestra la gran variedad de vehículos de este tipo que esta empresa ha lanzado al mercado.



Figura 1.1: Vehículo Segway® Personal Transporter

1.1 Tipos de vehículos a dos ruedas motorizados

Existen diferentes modelos de vehículos inspirados en el segway en todas partes del mundo alguno de ellos los conoceremos a continuación y también sabremos parte de sus características, esto nos ayudara a tomar la decisiones para nuestro nuevo diseño y de esta manera alcanzar las expectativas del mercado.

1.1.1 Segway PT x2

El segway personal transporter X2 ofrece un gran rendimiento en distintos terrenos con un impacto medioambiental mínimo. Con sus neumáticos todo terreno y guardabarros, las baterías de ion-litio y un software especialmente preparado, el segway PT X2 le transportará por caminos de terreno abrupto o en la playa.

Los neumáticos de baja presión del segway PT X2 amortiguan la circulación por superficies desiguales y minimizan la marca que dejan las ruedas.

La huella de neumático más ancha, aumenta la estabilidad en terrenos irregulares, y el X2 se desplaza sin problemas por una amplia variedad de superficies, como arena, césped, gravilla, tierra y pavimento.

En la figura 1.2 se muestra el modelo X2 se puede utilizar en caminos multiusos, aunque no está ideado para circular por aceras o vías peatonales.



Figura 1.2: El Segway® Personal Transporter x2

En la tabla 1.1 se muestran las especificaciones que tiene el segway personal transporter x2.

Tabla 1.1: El Segway® Personal Transporter x2

Velocidad máxima:	20 km/h
Capacidad de carga:	117 kg (usuario más carga)
Huella del neumático:	67x84 cm
Peso:	54,4 kilos
Tipo de batería:	Dos baterías de ion-litio Saphion®
Autonomía de la batería:	38 kilómetros de superficie sin pavimentar
Motores:	Dos servomotores DB sin escobillas
Llantas:	Llanta de aluminio negro de 25cm
Neumáticos:	Neumáticos anchos de baja presión 17.7cm
Altura de la plataforma:	24,13 cm
Distancia al suelo:	11,43 cm

1.1.2 VEPI

Es un vehículo eléctrico cuyo funcionamiento está basado en el principio del péndulo invertido, que tiene como objetivo satisfacer las necesidades de usuarios, dado las características de un modelo de innovación, en el campo de los vehículos personales en México.

Se realizó la investigación y el diseño de otros sistemas en forma paralela que dieron lugar a otras tesis, para finalmente integrarlas y formar un producto. Dichos sistemas fueron: Sistema de control, etapa de potencia, diseño mecánico.

Para concluir la etapa de diseño, se realizó un simulador para hacer pruebas en usuarios y finalmente se construyó un prototipo [2].

Tesis elaborada por un estudiante de la UNAM para optar el grado de maestro en ingeniería, el diseño y el producto terminado se muestra a continuación figura 1.3.

Dentro de la tesis también se menciona un plan de negocios para lanzar este vehículo al mercado, con esto buscan que sus principales consumidores sean espacios o lugares turísticos, ya que ellos determinaron con base a estudios, que la renta del vehículo generaría mayores ganancias.



Figura 1.3: VEPI

En esta tabla 1.2 se muestra las características que tiene el diseño VEPI, cuyos resultados obtenidos fueron los siguientes:

Masa total	30 kg
Velocidad máxima	20 km/h
Inclinación máxima de pendiente	20°
Capacidad de carga	115 kg
Medida de las llantas	12 in
Anatomía de la batería	12 km
Costo unitario	20000

Tabla 1.2: Características del VEPI

El primer análisis de la estructura superior corresponde a la aplicación de una carga axial a compresión sobre la estructura. Esta carga corresponde al peso máximo del usuario objetivo (1000 N aprox.). Los resultados obtenidos por el análisis muestran un esfuerzo máximo en los soportes traseros de unos 35 MPa y un desplazamiento máximo de 0.14 mm en la parte superior. Por lo tanto la estructura soporta perfectamente el peso de un usuario de hasta 100 Kg bajo condiciones estáticas, se puede apreciar en la figura 1.4.

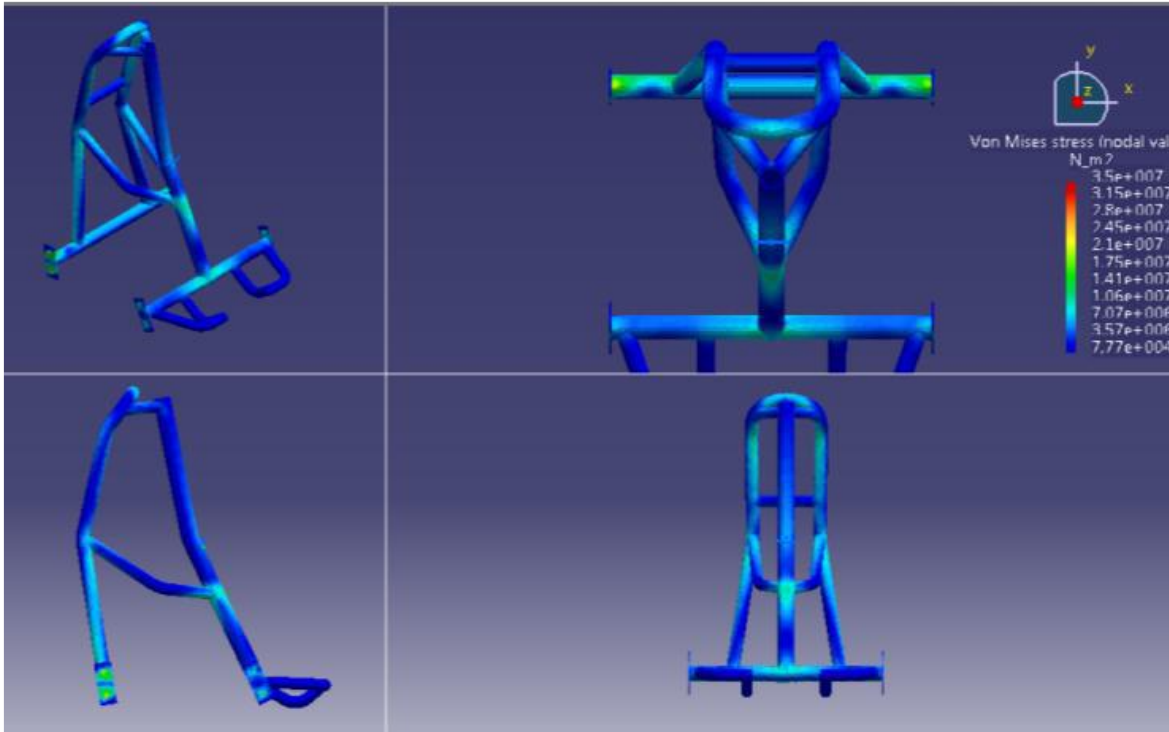


Figura 1.4: El Segway® Personal Transporter i2

Dentro del diseño del VEPI, tienen contemplado elaborar en una etapa posterior un asiento con respaldo para mejorar el confort de los usuarios.

1.1.3 Segway PT i2

El segway® personal transporter i2 es nuestro modelo más versátil. El diseño del i2 permite usarlo en distintos terrenos, consta del sistema LeanSteer™ y el nuevo controlador InfoKey™. El i2, le permitirá deslizarse con total rapidez, en espacios cerrados o abiertos.

El eje principal LeanSteer y su manillar se inclinan hacia la izquierda o hacia la derecha, en función de la inclinación natural del cuerpo, para tomar la dirección en la que el conductor quiere desplazarse. Tendrá la sensación de que el i2 se anticipa a todos sus movimientos. El controlador inalámbrico InfoKey controla de forma constante datos como el nivel de carga de la batería, la velocidad y la distancia, e incluye una nueva función de seguridad que le ayudará a proteger su i2.







El i2 también está equipado con baterías de ion-litio Saphion®. Estas increíbles baterías de larga duración permiten recorrer hasta 39kms con una sola carga (dependiendo del terreno, el estilo de conducción y el peso transportado) que se muestra en la figura 1.5.



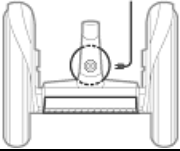



Figura 1.5: El Segway® Personal Transporter i2

En la tabla 1.3 se muestra las especificaciones del segway transporter i2, que se puede utilizar para comparar con los demás modelos.

Tabla 1.3: El Segway® Personal Transporter i2

<p>VELOCIDAD</p> 	<p>Velocidad máxima y capacidad de giro Las dos configuraciones son: » Modo de Principiante Velocidad máxima: 9,6 km/h Velocidad de giro más lenta » Modo regular Velocidad máxima: 12,5 mph 20 km/h Mayor velocidad de giro</p>
<p>AUTONOMÍA</p> 	<p>Ion-litio: 45 km con una sola carga En el i2, la autonomía varía en función del tipo de batería, el terreno, el estilo de conducción y el peso transportado.</p>
<p>TEMPERATURA</p> 	<p>Ion-litio: -10° a 50° C Cuando se almacena y carga a temperatura ambiente, el i2 puede funcionar en una gran variedad de situaciones.</p>
<p>TERRENO</p> 	<p>Los grandes neumáticos del i2 y su altura lo hacen apto para una gran variedad de aplicaciones y terrenos.</p>
<p>CARGA</p> 	<p>Capacidad total (usuario y carga): 118 kg Usuario: 45-110 kg</p>
<p>ESPACIO</p> 	<p>Altura de la plataforma: 21 cm Huella del neumático: 48,3 x 63,5 cm Distancia al suelo: 7,6 cm</p>

PESO 	La transportabilidad era uno de los objetivos clave del diseño: 47 kg.
RADIO DE GIRO 	Una de las características de los peatones es que pueden girar sobre su eje sin chocar con los objetos o personas que se encuentren a su alrededor, algo que muy pocos vehículos pueden lograr.
ALIMENTACION 	Baterías de ion-litio (Li-ion) El i2 dispone de baterías de ion-litio Saphion. Estas han sido diseñadas con componentes electrónicos integrados que controlan automáticamente el estado y la temperatura de la batería.
SEGURIDA 	Sistemas eléctricos complementarios en caso de fallo. Sistemas mecánicos sólidos.

1.1.4 Segway PT i2 Commuter

El segway® personal transporter (PT) i2 Commuter es un modelo. Basado en el modelo Segway PT i2, dispone de la nueva tecnología LeanSteer, el controlador inalámbrico InfoKey y las baterías de ion-litio Saphion® de larga duración.



Figura 1.6: El Segway® Personal Transporter i2 commuter

Como se muestra en la figura 1.6 el segway PT i2 commuter también incluye los siguientes componentes:

- Protector del manillar protege su segway PT
- Kit de cadena y candado que le permitirá sujetar su segway PT a un objeto fijo
- Barra de accesorios es perfecta para la instalación de las luces, sirenas, unidades GPS y otros accesorios para el manillar que requieren mordazas redondas
- Alfombrillas confort palian el cansancio y la fatiga haciendo más cómodos los trayectos largos
- Luces reflectantes mejorarán su visibilidad en la oscuridad o en ubicaciones con mucho tráfico
- Bolsa semirrígida para el manillar que ofrece un lugar idóneo para guardar sus cosas
- Luz posterior tipo LED se instala gracias a un clip versátil y alerta al tráfico de su presencia

Eje principal LeanSteer, automáticamente regulable en altura, le permite modificar la altura del manillar fácilmente, para que varios usuarios puedan usarlo.

1.1.5 Segway PT i2 Comercial Cargo

El segway® personal transporter (PT) i2 Comercial Cargo de cero emisiones, constituye un medio de transporte práctico para personas y pequeñas cargas, tiene mayor movilidad en espacios estrechos.

También incluye los siguientes componentes:

- Maletines rígidos, que proporcionan un dispositivo de almacenamiento resistente con cierre de seguridad, y se pueden ajustar o retirar fácilmente de la estructura de carga.
- Soportes de carga laterales, plataformas de carga universales y estructura de carga inferior constituyen un sistema de carga incorporado, que le permite transportar una gran variedad de objetos de forma segura.
- Eje principal LeanSteer, automáticamente regulable en altura, le permite modificar la altura del manillar fácilmente, para que varios usuarios lo puedan utilizar y que se muestra en la figura 1.7.

Este modelo es similar al segway PT i2, visto en la figura 1.5, lo único que se le acoplo fueron los accesorios para tener una capacidad de carga mayor.



Figura 1.7: El Segway® Personal Transporter i2 comercial

1.1.6 Segway PT X2 Golf

El segway® personal transporter (PT) X2 Golf mucho más pequeño que un carrito de golf estándar. Sus neumáticos de baja presión especiales, apenas deterioran el césped y permiten al aparato avanzar con suavidad sobre distintas superficies.

También incluye estos componentes:

- El accesorio para la bolsa de los palos de golf le permitirá sujetar su equipo de forma segura. Este accesorio se puede retirar fácilmente para guardarlo o transportarlo.
- En la figura 1.8 se muestra el modelo x2 Golf, que le permitirá sujetar la tarjeta de puntuación, las pelotas entre otras cosas.

Cabe mencionar que las bases principales para este diseño fue adquirido del Segway PT X2, que se puede apreciar en la figura 1.2, observamos que cuentan con condiciones similares, sin embargo, este vehículo se optó por adicionar accesorios para dicho deporte.



Figura 1.8: El Segway® Personal Transporter x2 golf

1.1.7 Segway PT X2 Pólíce

El segway® personal transporter (PT) X2 Pólíce es versátil, eficaz y se desplazan por distintos terrenos.

También incluye los siguientes componentes:

- El protector del manillar que protege su segway PT.
- La barra para accesorios perfecta para la instalación de las luces, sirenas, unidades GPS y otros accesorios para el manillar, que requieren mordazas redondas.
- Las luces reflectantes de policía/seguridad le ayudarán a señalar su presencia y mejorarán su visibilidad en la oscuridad o en ubicaciones con mucho tráfico.
- La bolsa para el manillar, le ofrece varias opciones de almacenamiento para equipamientos de emergencia y patrulla.
- La luz posterior del LED se instala gracias a un clip versátil, y alerta al tráfico de su presencia.
- Las plataformas de carga universales le permiten instalar una amplia variedad de dispositivos para el transporte de objetos visto en la figura 1.9.



Figura 1.9: El Segway® Personal Transporter x2 pólíce

1.1.8 Segway PT X2 Adventure

El segway® personal transporter (PT) X2 Adventure es un vehículo todo terreno. Al igual que el resto de los modelos segway PT X2, cuenta con la tecnología LeanSteer, el controlador inalámbrico InfoKey y las baterías de ion-litio Saphion® de larga duración.

Personalice su segway PT con estos componentes:

- La bolsa para el manillar, le permite guardar una botella de agua u otros objetos.
- Le permiten instalar una amplia variedad de dispositivos para el transporte de objetos, incluidos los maletines rígidos segway.
- Las plataformas de carga universales.
- El faro LED 5W de segway, le permite ver y ser visto en la oscuridad.
- El dispositivo para soltar el eje principal LeanSteer sin herramientas y poder desmontar el X2 rápidamente para su transporte en un vehículo.

En la figura 1.10 podemos observar el segway PT x2 Adventure, con las características antes mencionadas.



Figura 1.10: El Segway® Personal Transporter x2 Adventure

1.1.9 Scooter Autobalance Osdrich Todoterreno

El Vehículo de transporte personal autobalance osdrich es una potente auto balanceadora con baterías de Litio, tipo segway. Ha sido diseñado con una buena autonomía [3].

Es capaz de moverse de forma veloz y con carga, permitiéndote un desplazamiento más eficiente. Poderoso, y recargable en cualquier enchufe.

Gran autonomía, altas prestaciones y potencia, permiten usar esta versión offroad incluso fuera del asfalto. Es asequible, muy preciso y fiable.

Dispone de un cómodo mando, donde controlamos el encendido y standby del mismo, la velocidad (para principiantes limitado a 8 km/h o normal limitado a 20km/h), modo bloqueo, y el encendido y apagado de las luces integrados.

En la parte posterior luces LED, que nos indican si frenamos o si vamos a realizar algún tipo de giro.

Especificaciones técnicas:

- Modelo OFF-ROAD
- Medidas del vehículo: 680x830x1250mm
- Peso: 62kg
- Peso máximo admitido 110kg
- Peso mínimo 45kg
- Autonomía: 25-30km
- Velocidad máxima 20km/h
- Velocidad máxima de aprendizaje: 8km/h
- Cuesta máxima superable: 25°
- Radio de giro 0m (puede girar sobre su propio eje)
- Batería: Iones de Litio
- Voltaje de carga: 230V, 50HZ
- Tiempo de carga: 3-5h
- Neumáticos: 20x6-10
- Altura de plataforma: 275mm
- Distancia libre al suelo: 110mm
- Certificado CE, FCC, ROHS
- Protección IP56
- Color: Negro y gris metalizado

Ejemplo de este vehículo se puede ver en la figura 1.11 que aparece a continuación.



Figura 1.11: Scooter Autobalance Osdrich Todoterreno

1.1.10 Patinete eléctrico tipo segway con doble rueda y 500 W de potencia

Este patinete eléctrico tipo segway, es rápido y ecológico, aunque también es apto para circular por superficies más irregulares. Es muy fácil de utilizar, solo tienes que empujar el manillar hacia delante para acelerar y hacia atrás para frenar, manteniendo en todo momento la posición vertical sobre el aparato [4].

Con su potencia de 500 W puede alcanzar una velocidad máxima de 16 kilómetros por hora. Contiene una batería de 20.000 mAh y es capaz de soportar una carga máxima de 120 kilos. Dispone, también, de una pantalla LED que te permite saber la cantidad de batería que le queda al patinete.

El manillar es plegable, por lo que resulta muy fácil su almacenamiento (cabe perfectamente en el coche). Incluye el vehículo eléctrico, un adaptador de corriente, dos baterías y dos mandos a distancia.

En la figura 1.12 muestra este modelo, sus principales características son:

- Vehículo eléctrico de auto-equilibrio
- Potencia de 500 W
- Batería de 20.000 mAh
- Velocidad máxima de 16 kilómetros por hora
- Carga máxima permitida de 120 kilos
- Pantalla LED
- Manillar plegable para un almacenamiento fácil
- Idiomas del manual: árabe, checo, danés, holandés, francés, alemán, italiano, noruego, malayo, hindi, japonés, rumano, ruso, español, inglés, tailandés, turco y vietnamita



Figura 1.12: Patinete eléctrico tipo Segway

1.1.11 2 Wheel self balancing scooter

El balance de la rueda Smart, es una toma actualizada en un cruce entre un segway y un monopatín, pero es diferente que los dos.

Rueda de balance inteligente, con altavoces estéreo destacados debajo de la unidad, uno a cada lado. A medida que el dispositivo cuenta con tecnología Bluetooth, es capaz de recibir llamadas desde su teléfono móvil y manos libres.

Con ascender a los reposapiés, los paneles cuentan con sensores debajo de cada pie, detectará si se inclina hacia adelante o hacia atrás para que a su vez controle la velocidad.

Para mantenerte visible, hay dos luces que proporcionan mayor visibilidad aun en la oscuridad. Es capaz de dominar pendientes a 15 grados, esto significa que no se limita a donde se puede ir.

El balance de la rueda de Smart viaja hasta nueve millas (15 km) con una sola carga, y se tarda alrededor de una hora para cargar esta batería de reserva otra vez.

Aunque este rango puede variar en función de piloto de peso, el terreno y la temperatura.

El balance de la rueda inteligente de la figura 1.13, utiliza una tecnología similar a la observada en ciertos coches ecológicos, y cuando se viaja cuesta abajo o desaceleración, la batería carga en sí.

Para avanzar, simplemente inclinarse hacia adelante, para frenar, detener o ir hacia atrás, hacia atrás, y el giro es sólo un caso de izquierdas y derecha [5].



Figura 1.13: Balance de la rueda Smart

En la tabla 1.4 se muestra alguno de las características con las que cuenta dicho vehículo que es distinto a los demás por su diseño de patineta.

Tabla 1.4: Balance de la rueda Smart

product	2 wheels self balancing scooter	Max Speed	10km/h
Motor	201-500w	Range Per Charge	15-20km
Battery	36-48V 4.4AH	Max Load	120kg
Meter Display	Intelligent LCD	Charge Time	1-2h
Charger	AC 100--240V 50-60HZ	Size	64cm*24cm*24cm
Frame	ABS+ alluminium alloy	Carton Size	64.5*27*23 cm
Light	led color light	N.W/G.W	10kg/12.5kg
Tire	170mm	Container	750sets/20ft, 1500sets/40ft
maximum climbing angle	15°	battery specification	LG/Samsung battery OEM battery,(4400mA)
function	remote control/ bluetooth speaker	Battery	36V 4.4Ah
Voice Alert	Beeps when turned on and has a low battery capacity	Standard	Charger,User Manual,Carton

1.2 Partes de un vehículo de autobalance o tipo segway

Una de las características que debe tener un vehículo de autobalance, es que sea eficiente, para eso debe contar con partes que mejoren su rendimiento y no sea tan costoso, acá se enlistara lo que el vehículo necesita principalmente para alcanzar su movilidad.

- Dos arduinos
- Dos IMU 5 DOF
- controlador de motores
- 2 Motores
- 2 ruedas
- Material para la estructura
- Lectores de NFC
- Lectores de tarjetas magnéticas
- Pulsadores
- LED RGB
- Potenciómetro
- Cables
- baterías.
- Pantalla OLED

Cabe mencionar que estas son las partes para que logre su función primordial, puesto que existen algunos prototipos de estos, que tienen mucho más piezas y que son capaces de cubrir otras necesidades. Tales como:

- Cargador de celular
- Pantalla de velocidades
- Carga de la batería
- Porta objetos
- Luces para la oscuridad
- Tecnología Bluetooth

Si se requiere hacer un equipo sofisticado se tendrá que tomar en cuenta partes y accesorios que se observan en la siguiente figura 1.14.

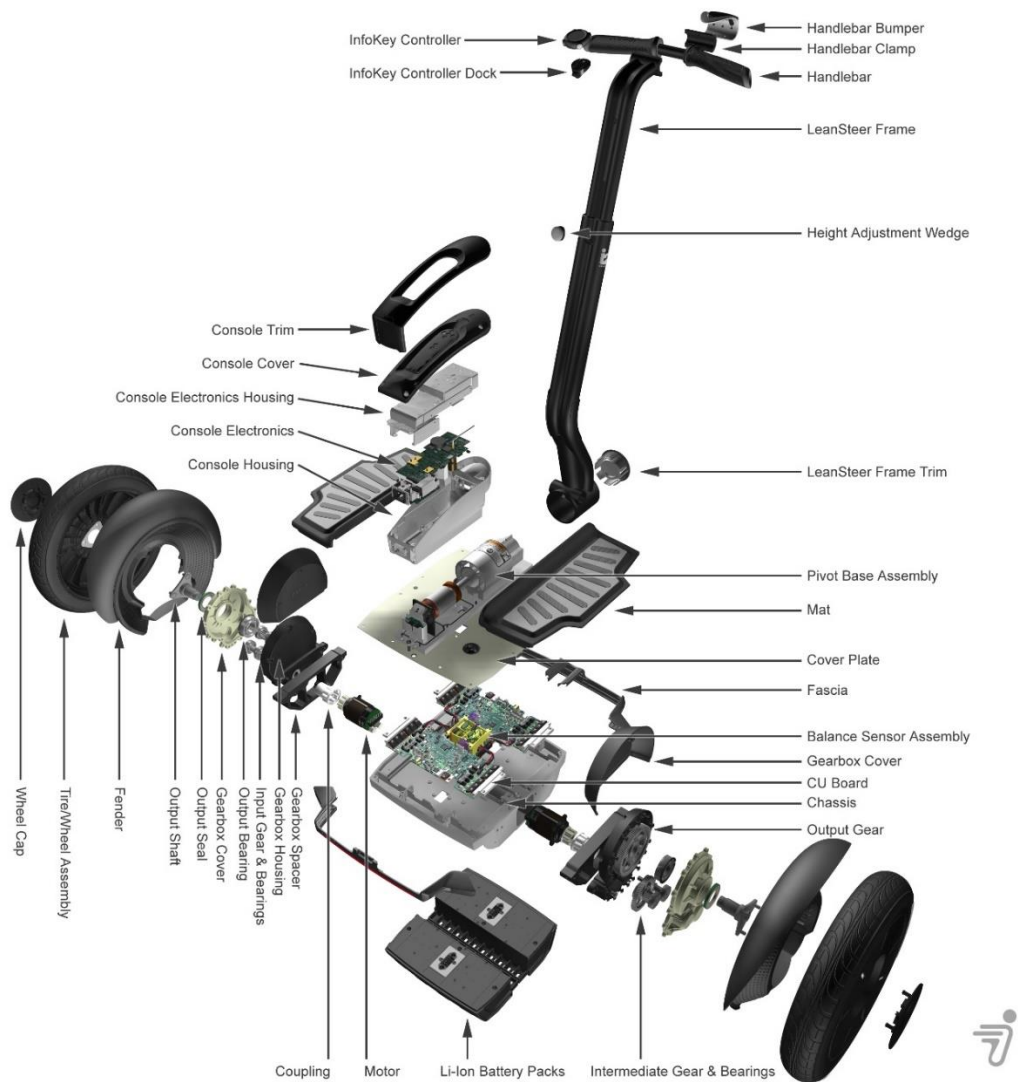


Figura 1.14: Partes principales del segway® PT [5]

1.3 Motores eléctricos

El motor eléctrico, es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas básicamente por un estator y un rotor [8].

A continuación se define los elementos que componen a los motores:

1. La carcasa o caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.
2. El inductor, llamado estator, cuando se trata de motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el bobinado estatórico, que es una parte fija y unida a la carcasa.
3. El inducido, llamado rotor, cuando se trata de motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el bobinado rotórico, que constituye la parte móvil del motor y resulta ser la salida o eje del motor.

CLASIFICACIÓN DE MOTORES

1. Motores de corriente alterna, se usan mucho en la industria, sobretodo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla.
2. Motores de corriente continua, suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc.
3. Motores universales. Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

Motores de corriente alterna

Partes básicas de un motor de corriente alterna, también se muestran en la figura 1.15:

- Carcasa: caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.
- Estator: consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el bobinado estatórico, que es una parte fija y unida a la carcasa.
- Rotor: consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el bobinado rotórico, que constituye la parte móvil del motor y resulta ser la salida o eje del motor.

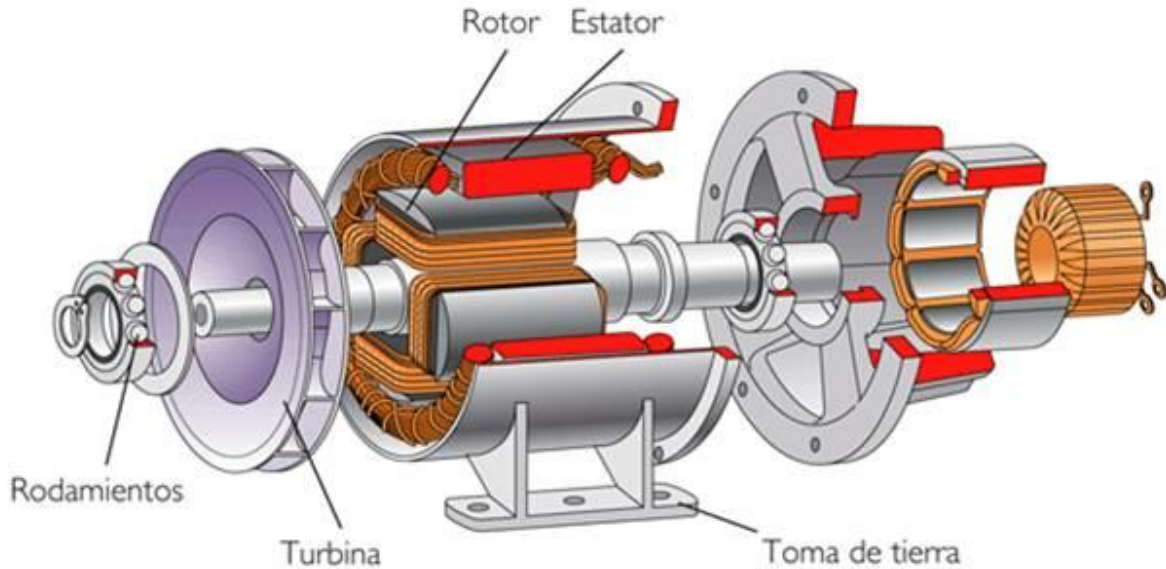


Figura 1.15: Partes de motor de corriente alterna

Podemos clasificarlos de varias maneras, por su velocidad de giro, por el tipo de rotor y por el número de fases de alimentación.

1. Por su velocidad de giro.

1.1 **Asíncronos.** Un motor se considera asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el estator supera a la velocidad de giro del rotor.

1.2 **Síncronos.** Un motor se considera síncrono cuando la velocidad del campo magnético del estator es igual a la velocidad de giro del rotor. Recordar que el rotor es la parte móvil del motor. Dentro de los motores síncronos, nos encontramos con una subclasificación:

-1.2.1 Motores síncronos trifásicos.

-1.2.2 Motores asíncronos sincronizados.

- 1.2.3 Motores con un rotor de imán permanente.

2. Por el tipo de rotor.

- 2.1 Motores de anillos rozantes.

- 2.2 Motores con colector.

- 2.3 Motores de jaula de ardilla.

3. Por su número de fases de alimentación.

– 3.1 Motores monofásicos.

– 3.2 Motores bifásicos.

– 3.3 Motores trifásicos.

– 3.4 Motores con arranque auxiliar bobinado.

– 3.5 Motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador.

Tipos de rotores

Existen varios tipos de estos elementos, pero aquí solamente vamos a tratar los que son más usados en la industria; es decir, los rotores para motores asíncronos de corriente alterna.

Rotor de jaula de ardilla simple.

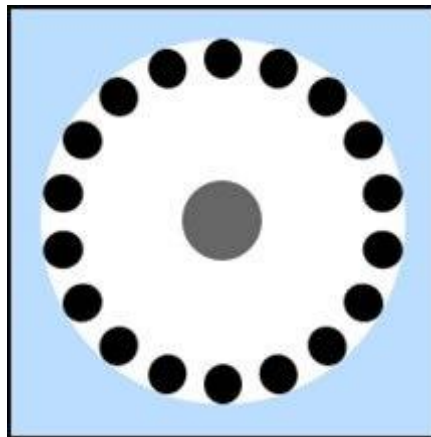


Figura 1.16: jaula de ardilla simple.

En la figura 1.16, se puede observar unos círculos negros, éstos representan las ranuras del rotor donde va introducido el bobinado. Existen varios tipos de ranuras, de ahí que existan varios tipos de rotores. El rotor representado es de jaula de ardilla simple. Este tipo de rotor es el usado para motores pequeños, en cuyo arranque la intensidad nominal supera 6 ó 8 veces a la intensidad nominal del motor.

Soporta mal los picos de cargas. Está siendo sustituido por los rotores de jaula de ardilla doble en motores de potencia media. Su par de arranque no supera el 140 % del normal.

Rotor de jaula de ardilla doble.

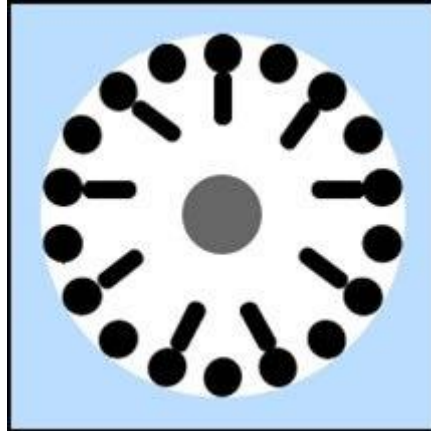


Figura 1.17: Rotor de jaula de ardilla doble

En la figura 1.17, se observa que la ranura es doble, por este motivo tiene el nombre de jaula de ardilla doble. Las dos ranuras están separadas físicamente, aunque en el dibujo no se observe. Este tipo de rotor tiene una intensidad de arranque de 3 ó 5 veces la intensidad nominal, y su par de arranque puede ser de 230 % la normal. Éstas características hacen que este tipo de rotor sea muy interesante frente al rotor de jaula de ardilla simple. Es el más empleado en la actualidad, soporta bien las sobrecargas sin necesidad de disminuir la velocidad, lo cual le otorga mejor estabilidad.

Rotor con ranura profunda.

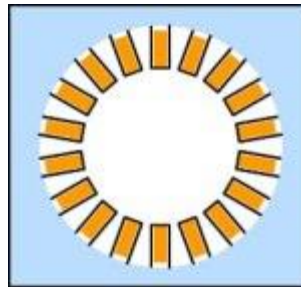


Figura 1.18: Rotor con ranura profunda

El tipo de rotor que se ve en la figura 1.18, es una variante del rotor de jaula de ardilla simple, pero se le denomina rotor de ranura profunda. Sus características vienen a ser iguales a la del rotor de jaula simple. Es usado para motores de baja potencia que necesitan realizar continuos arranques y paradas.

Rotor de anillos rozantes.

Se denominan rotores de anillos rozantes porque cada extremo del bobinado está conectado con un anillo situado en el eje del rotor. Las fases del bobinado salen al exterior por medio de unas escobillas que rozan en los anillos. Conectando unas resistencias externas a las

escobillas se consigue aumentar la resistencia rotórica, de esta forma, se logra variar el par de arranque, que puede ser, dependiendo de dichas resistencias externas, del 150 % y el 250 % del par normal. La intensidad nominal no supera las 2 veces la intensidad nominal del motor.

Motor de corriente continúa

La clasificación de este tipo de motores, se realiza en función de los bobinados del inductor e inducido:

- Motores de excitación en serie.
- Motores de excitación en paralelo.
- Motores de excitación compuesta.

Motor eléctrico C.C.

Los motores de corriente continua tienen varias particularidades que los hacen muy diferentes a los de corriente alterna. Una de las particularidades principales es que pueden funcionar a la inversa, es decir, no solamente pueden ser usados para transformar la energía eléctrica en energía mecánica, sino que también pueden funcionar como generadores de energía eléctrica. Esto sucede porque tienen la misma constitución física, de este modo, tenemos que un motor eléctrico de corriente continua puede funcionar como un generador y como un motor.

Los motores de corriente continua tienen un par de arranque alto, en comparación con los de corriente alterna, también se puede controlar con mucha facilidad la velocidad. Por estos motivos, son ideales para funciones que requieran un control de velocidad. Son usados para tranvías, trenes, coches eléctricos, ascensores, cadenas productivas, y todas aquellas actividades donde el control de las funcionalidades del motor se hace esencial.

Constitución del motor.

Los motores de corriente continua están formados principalmente por los elementos siguientes, que se muestran en la figura 1.19:

1. Estator. El estator lleva el bobinado inductor. Soporta la culata, que no es otra cosa que un aro acero laminado, donde están situados los núcleos de los polos principales, aquí es donde se sitúa el bobinado encargado de producir el campo magnético de excitación.

2. Rotor. Constituye la parte móvil del motor. El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica

3. Colector. Es donde se conectan los diferentes bobinados del inducido.

4. Escobillas. Las escobillas son las que recogen la electricidad. Es la principal causa de avería en esta clase de motores, solo hay que cambiarlas con el mantenimiento habitual.

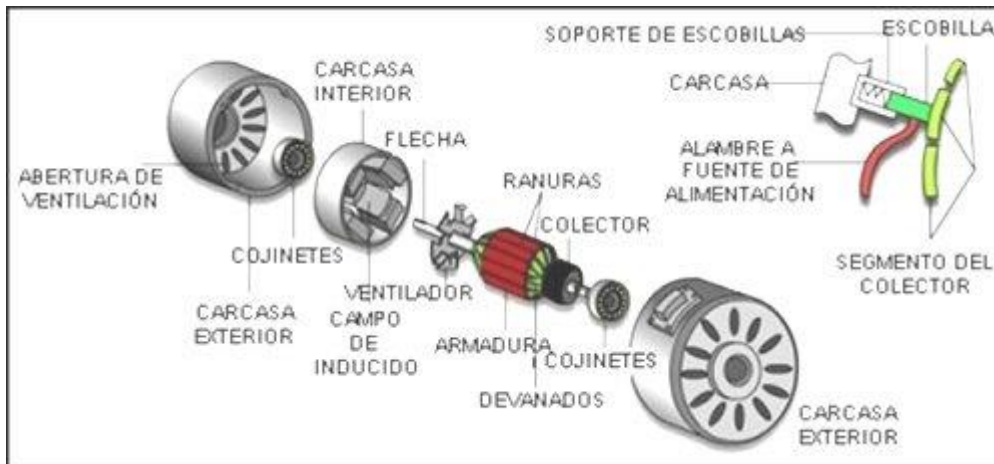


Figura 1.19: Motor de excitación en serie

Motor de excitación en serie.

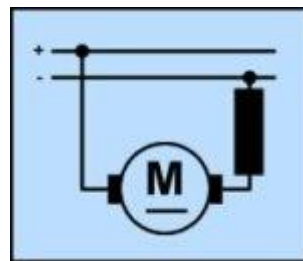


Figura 1.20: Motor de excitación en serie

La conexión del devanado de excitación se realiza en serie con el devanado del inducido, como se puede observar en la figura 1.20. El devanado de excitación llevará pocas espiras y serán de una gran sección. La corriente de excitación es igual a la corriente del inducido. Los motores de excitación en serie se usan para situaciones en los que se necesita un gran par de arranque como es el caso de tranvías, trenes, etc. La velocidad disminuye cuando aumenta la intensidad.

Motor de excitación en derivación o shunt.

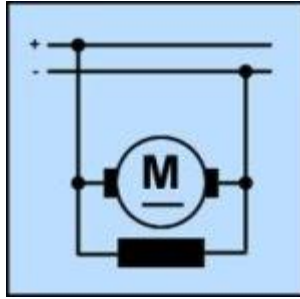


Figura 1.21: Motor de excitación en derivación o shunt

Como podemos en la figura 1.21, el devanado de excitación está conectado en paralelo al devanado del inducido. Se utiliza en máquinas de gran carga, ya sea en la industria del plástico, metal, etc. Las intensidades son constantes y la regulación de velocidad se consigue con un reostato regulable en serie con el devanado de excitación.

Motor de excitación compuesta o compound.

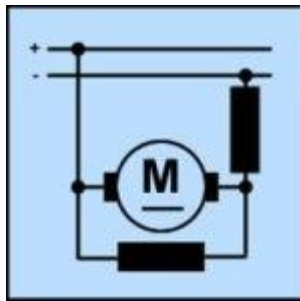


Figura 1.22: Motor de excitación compuesta o compound

El devanado es dividido en dos partes, una está conectada en serie con el inducido y la otra en paralelo, como se puede ver en la figura 1.22. Se utilizan en los casos de elevación como pueden ser montacargas y ascensores. Teniendo el devanado de excitación en serie conseguimos evitar el embalamiento del motor al ser disminuido el flujo, el comportamiento sería similar a una conexión en shunt cuando está en vacío. Con carga, el devanado en serie hace que el flujo aumente, de este modo la velocidad disminuye, no de la misma manera que si hubiésemos conectado solamente en serie.

Motor de excitación independiente.

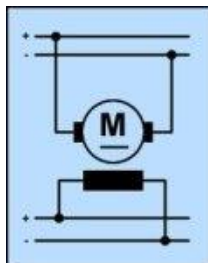


Figura 1.22: Motor de excitación independiente

Como podemos observar en el dibujo, los dos devanados son alimentados con fuentes diferentes. Tiene las mismas ventajas que un motor conectado en shunt, pero con más posibilidades de regular su velocidad.

Conexión de bornes.

En la caja de bornes del motor disponemos de unas bornas numeradas alfabéticamente, que corresponden con los diferentes conexiones que podemos hacer en el motor. Para el inducido serán la **A-B**.

Para el devanado de excitación en shunt o derivación serán **C-D**.

Para el devanado de excitación en serie serán **E-F**.

Para el devanado de excitación independiente serán **J-K**.

Para el devanado de compensación y de conmutación serán **G-H**.

Motor universal.

El motor universal es un tipo de motor que puede ser alimentado con corriente alterna o con corriente continua, es indistinto. Sus características principales no varían significativamente, sean alimentados de una forma u otra. Por regla general, se utilizan con corriente alterna. También los encontraréis con el sobrenombre de motor monofásico en serie.

Este tipo de motor se puede encontrar tanto para una máquina de afeitar como para una locomotora, esto da una idea del margen de potencia en que pueden llegar a ser construidos. Las partes principales de este motor son:

1. Estator.
2. Rotor con colector.

Los bobinados del estator y del rotor están conectados en serie a través de unas escobillas. El par de arranque se sitúa en 2 ó 3 veces el par normal. La velocidad cambia según la carga. Cuando aumenta el par motor disminuye la velocidad. Se suelen construir para velocidades de 3000 a 8000 r.p.m., aunque los podemos encontrar para 12000 r.p.m. Para poder variar la velocidad necesitamos variar la tensión de alimentación, normalmente se hace con resistencia variable.

El cambio de giro es controlable, solo tenemos que intercambiar una fase en el estator o en el rotor, nunca en los dos, lo cual es fácilmente realizable en la caja de conexiones o bornes que viene incorporado con el motor. Cuando el motor es alimentado, se produce que las corrientes circulan en el mismo sentido, tanto el estator como en el rotor, pero en el cambio de ciclo cambia el sentido en los dos, provocando el arranque del motor.

Motor pasó a paso.

Este tipo de motor es empleado cuando se hace imprescindible controlar exactamente las revoluciones o las partes de vueltas.

Son utilizados, principalmente, en máquinas pequeñas de oficina, como pueden ser impresoras, fotocopiadoras, faxes, etc. También se pueden encontrar en instrumentos médicos y científicos.

Hay tres tipos de éstos motores, a saber:

1. De excitación unipolar.

2. De excitación bipolar.

3. Híbridos.

La posición en que se encuentran instalados resulta vital para su correcto funcionamiento, pues la gracia que tienen estos motores es precisamente el absoluto control del movimiento.

Las partes que integran este tipo de motor son:

- 1. Un estator**, que tiene integrado una serie de bobinas alimentadas por impulsos de c.c.
- 2. El rotor**, tiene uno o más imanes permanentes.

1.4 Baterías

Las baterías o acumuladores son dispositivos capaces de acumular energía eléctrica a través de procesos de carácter electroquímicos.

Algunas son:

BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO: este tipo de baterías están conformadas por dos electrodos de plomo, y suele utilizarse en los automóviles. Con respecto a su funcionamiento, en el proceso de carga, el sulfato de plomo se convierte en plomo metal en el cátodo o polo negativo. Por otra parte, en el polo positivo o ánodo se produce la formación de óxido de plomo. En el proceso de descarga, los procesos mencionados anteriormente se llevan a cabo de forma invertida. De esta manera el óxido de plomo se reduce a sulfato de plomo, y en el ánodo el plomo comienza a oxidarse, convirtiéndose en sulfato de plomo.

Sin embargo este tipo de transformación no puede ser repetido de manera indefinida. Luego de un tiempo, el sulfato de plomo forma cristales, y no es posible realizar el proceso de manera reversible. Es en ese momento cuando la batería se ha sulfatado y ya no es posible volver a emplearla.

PILA ALCALINA: esta clase de pilas están formadas por cloruro de sodio o de potasio. Cuentan con potencia y corriente de gran estabilidad debido a la amplia movilidad de los iones a través del electrolito. Las pilas alcalinas están blindadas con el propósito de que no se viertan los componentes de la misma.

BATERÍAS DE NÍQUEL-HIERRO (NI-FE): esta clase de baterías fue desarrollada por Edison a principios del siglo XX. Se conformaba por filas de tubos compuestos por acero niquelado, los cuales contenían hidróxido de níquel. El polo positivo contenía acero niquelado con polvo de óxido ferroso. Las baterías de níquel son de fabricación simple, bajo costo y pueden sobrecargarse o descargarse reiteradas veces sin por ello perder su capacidad.

BATERÍAS ALCALINAS DE MANGANESO: son similares a las pilas alcalinas, con la excepción de que están conformadas por hidróxido de potasio. Su envoltura es de acero y el zinc es polvo ubicado en el centro. Las baterías alcalinas de manganeso tienen un valor elevado y se emplean en máquinas de mayor consumo de energía como juguetes con motor.

BATERÍAS DE NÍQUEL-CADMIO (NI-CD): ésta clase de batería funciona a partir de un ánodo de cadmio y un cátodo compuesto por hidróxido de níquel. Por su parte, el electrolito se conforma de hidróxido de potasio. Pueden ser recargadas una vez gastadas, aunque disponen de poca capacidad.

BATERÍAS DE NÍQUEL-HIDRURO METÁLICO (NI-MH): emplean un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo compuesto por una aleación de hidruro metálico. Son reacias al contacto con las bajas temperaturas, disminuyendo en gran parte su eficacia.

BATERÍAS DE IONES DE LITIO (LI-ION): dispone de un ánodo de grafito, mientras que el cátodo funciona a partir de óxido de cobalto, óxido de manganeso o trifilina. No permiten la descarga y son capaces de alcanzar potencias elevadas. Sin embargo se ven afectadas por los cambios de temperatura.

BATERÍAS DE POLÍMERO DE LITIO (LIPO): cuentan con características análogas a las baterías de iones de litio, aunque su densidad es mayor. Son de tamaño reducido por lo que suelen utilizarse en pequeños equipos [9].

2 Planteamiento del problema

2.1 Definición del problema

Dado que el tráfico en las ciudades está en aumento y la contaminación crece día con día, al observar esto se pensó como transportar a la población de una manera más fácil y ecológica a sus hogares, centros de trabajo, entre otros.

Este tipo de vehículos no genera ningún tipo de contaminantes dañinos a la salud, comparado con los vehículos convencionales, que funcionan con máquinas de combustión interna, que al quemarse generan residuos tóxicos o gases contaminantes.

No obstante, parte de la contaminación que generan, ocupan cantidades enormes a comparación de este vehículo compacto y es nulo que este genere tráfico dentro de la ciudad.

En comparación con las motocicletas sucede lo mismo, porque el motor que utilizan es similar al de los autos, aunque el tamaño de las motocicletas sea pequeño provoca daños al ambiente y es de cierta forma un poco inseguro.

Con este vehículo de autobalance que se diseña, terminara con las emisiones de los contaminantes provocados por los demás medios de transporte, no causaría tráfico dentro de la ciudad y es seguro, dado que las velocidades no son tan altas, pero cubren trayectorias favorables para desplazarse con toda confianza.

2.2 Objetivo General

Diseñar y construir un transporte personal de dos ruedas con un enfoque de ingeniería concurrente y validar su funcionamiento mediante el uso de un prototipo virtual.

2.2.1 Objetivos específicos

A continuación se mencionaran los objetivos específicos que debe de cubrir el diseño.

- Requerimos de un vehículo compacto, que delimite los espacios, por lo tanto ocupara lo mismo que persona de compleción promedio en México.

- Disminuir las emisiones de los contaminantes, será completamente eléctrico y no requiere de ningún tipo de combustible derivado del petróleo.
- Reducir costo del producto unitario
- Versatilidad
- Fácil mantenimiento
- Mejorar la movilidad de las personas

Con los puntos mencionados, poseemos de un diseño que sirva como fundamento, para posteriormente adaptar otro tipo de funciones o accesorios dentro del diseño.

2.3 Justificación del problema

Teniendo en cuenta la forma en que las personas se transportan, se observó que al diseñar este vehículo se logra mejorar movilidad de las personas, sin el mismo esfuerzo humano que tendría al desplazarse de un lugar a otro. Es un vehículo compacto que ocupa el mismo tamaño que el de una persona, también se requiere disminuir las emisiones de contaminantes, que un carro convencional, porque la contaminación vehicular del aire produce efectos nocivos para la salud humana.

Los estudios epidemiológicos estableciendo comparaciones entre áreas urbanas (elevado nivel de contaminación) y áreas rurales (bajo nivel de contaminación), esto demuestra que el aumento de los casos de enfermedades respiratorias está relacionado con los combustibles usados, por lo tanto este vehículo no emitirá ningún tipo de contaminante ya que es totalmente eléctrico.

En otro ámbito, realizaremos un sistema más barato en comparación con los demás vehículos que se encuentran en el mercado comercial, por el elevado precio con el que se adquiere en los diferentes puntos de venta, que es la razón principal para qué la mayoría de las personas no adquieran el producto.

Con este sistema se transitaran todos los lugares que una persona requiere desplazarse sin ningún riesgo u obstáculo en el camino, el manejo de este es muy fácil y cualquier persona es capaz de maniobrarlo desde niños hasta adultos mayores.

2.4 Alcance y limitaciones

Alcances:

- Se realizarán pruebas de diseño dentro de un prototipo virtual.
- El prototipo será diseñado y construido para su implementación y la realización de pruebas.
- Se obtendrán diseño de los componentes y reporte de estudios experimentales realizados.

Limitaciones:

- No contar con el presupuesto necesario para la construcción del diseño.
- No tener las herramientas adecuadas.
- Falta de materia prima.

2.5 Productos y beneficios esperados

Este producto aporta gran beneficio a la sociedad y a partir de este diseño podemos generar algunos otros que cumplan la necesidad de la población, como los que ya vimos con anterioridad.

Los beneficios con los que cuenta el vehículo son los que a continuación se en listan:

- Versatilidad
- Fácil mantenimiento
- Bajo costo
- Duración de batería
- Potencia suficiente
- Mayor movilidad
- Fácil manejo
- No contamina
- Vehículo compacto

Estas características favorecerán la adquisición del producto, dado que con dichas especificaciones están consideradas en la demanda del vehículo.

3 Plan de Trabajo

3.1 Diseño

Se empezó con el diseño virtual del vehículo, se tomaron en cuenta materiales que son ligeros, pero con la capacidad de ser resistentes. Esto servirá para que los motores tengan un mejor rendimiento. Cabe mencionar que este diseño solamente será un diseño mecánico, dado que el proyecto consta de eso, ya que el diseño de control del mismo será hecho para una siguiente etapa.

De acuerdo a la elección del motor, se realizaron cálculos del peso del vehículo, comenzando con la velocidad que se desea alcanzar.

Tenemos que:

V: velocidad

R: distancia del radio de giro

W: velocidad angular

$$v = w * r$$

$$v = 20 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 5.555m/s$$

Despejando la velocidad angular:

$$w = \frac{v}{r} = \frac{5.555 \frac{m}{s}}{.125 m} = 44.444 \frac{rad}{s}$$

De esa forma llegamos a:

n = número de revoluciones por minuto.

$$n = 44.444 \frac{rad}{s} * \frac{1rev}{2\pi rad} * \frac{60s}{1min} = 424.413 rpm$$

Ahora se calcula la fuerza que ejercerá el vehículo, dentro de una rampa inclinada, dado cualquier valor para el ángulo alfa, esto sirve para tener una mayor perspectiva de su alcance para enfrentarse a cualquier terreno.

Pero calculando la fuerza, tendremos en cuenta la fricción, por que juega un papel importante si queremos que nuestros resultados se asemejen más a la realidad.

Es por eso que se tiene como referencia la fricción estática, porque queremos romper dicha fricción antes del movimiento, por lo tanto ahí es donde los motores tendrán el mayor esfuerzo.

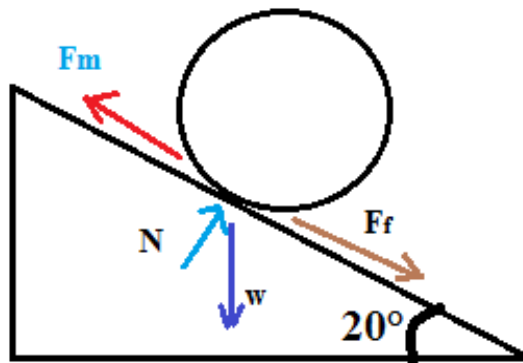


Figura 3.1: Diagrama de cuerpo libre

En este plano inclinado que se muestra en la figura 3.1, se analizará las fuerzas involucradas, en este caso se trata de cuatro fuerzas que son:

w : El peso del cuerpo se señala verticalmente y va hacia abajo, el valor es igual a su masa por la aceleración de la gravedad: $W = m \cdot g$.

N : Es la fuerza normal que ejerce sobre el cuerpo, perpendicular al plano inclinado.

F_r : Es la fuerza de rozamiento, entre el plano y el cuerpo, paralela al plano inclinado y que se opone a su deslizamiento.

F_m : Fuerza que ejercen los motores, que es paralela al plano inclinado.

Si el cuerpo está en equilibrio, no se desliza, la suma vectorial de estas tres fuerzas es cero.

A continuación se muestran en la tabla 3.1, los datos equivalentes a la fricción y como será un contacto de hule sobre concreto se tomara el respectivo valor [6].

Tabla 3.1: Valores aproximados de fricción seca

Materiales en contacto	μ_e
Metal sobre metal	0.15-0.6
Metal sobre madera	0.2 -0.6
Metal sobre cuero	0.3 – 0.6
Metal sobre piedra	0.3 – 0.7
Madera sobre madera	0.25-0.5
Madera sobre cuero	0.25-0.5
Piedra sobre piedra	0.4 – 0.7
Tierra sobre tierra	0.2 -1.0
Hule sobre concreto	0.6 – 0.9

Para los cálculos siguientes, se tiene 20° de inclinación de la rampa, de esta manera podemos estar con la seguridad de que soporten los motores y no encuentren obstáculo para subir este ángulo de pendiente.

Haciendo un equilibrio de fuerzas, se tiene que:

$$\sum f_x = 0 \rightarrow N - Wx \cos(20) = 0 \quad \therefore N = Wx = m * g * \cos(20)$$

$$N = 100 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \cos(20) = 921.83 \text{ N}$$

$$\sum f_y = 0 \rightarrow 2Fm - Fr - Wx \sin(20) = 0 \quad \therefore 2Fm = Fr + Wx \sin(20)$$

$$Fm = \frac{Fr + wx \sin(20)}{2}$$

$$Fm = \frac{(0.6 * 921.83 \text{ N}) + (100 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \sin(20))}{2} = 444.3 \text{ N}$$

Teniendo un análisis de la fuerzas, se puede hallar el torque del motor:

Tm: Torque del motor

Fm: Fuerza de los motores

R: Distancia del radio de giro

$$T_m = F_m * r = 444.3 N * .125 m = 55.53 Nm$$

El motor que se propone es un motor 24 v, 4000 rpm, 600 kg. cm, motorreductor DC de engranaje, puesto que cumple con los cálculos que se realizaron, por lo tanto no tendrá impedimento en mover al vehículo.

$$T_m = 55.53 Nm = 566.2484 kg cm$$

$$P_{motor} = 2(V * I) = 2(24v * .28A) = 13.44 watts$$

Ahora procederemos hacer el cálculo de la batería, que se puede utilizar o la apropiada para que el funcionamiento de los motores sea el óptimo.

$$P_{bateria} = 12v * 7 Ah = 84 watts$$

Se propone utilizar 4 baterías de litio de 12V, 7Ah para transmitir energía a los motores dado que tiene mayor ventaja que las demás, 2 baterías más para la alimentación de la interfaz de control.

Esta batería cuenta con las siguientes ventajas:

- Elevada densidad de energía, acumulan grandes cantidades de energía por tamaño y peso.
- Ligeras
- Alto voltaje por celda.
- No tienen efecto memoria, por lo tanto, la primera carga no tiene nada que ver con su duración.
- Se puede dejar la batería conectada al cargador aunque ya esté completamente cargada, no se va incendiar.
- Descarga lineal, mientras la batería se está descargando su voltaje varía muy poco, es por eso que no necesitan de un regulador de voltaje.
- Reducida auto descarga. Al guardar una batería que no estamos usando esta siempre se va descargar lentamente.

Una vez hecho los cálculos correspondientes, nos servirán para elegir parte de los elementos, que tendrán un efecto dentro del diseño.

Para continuar el diseño, se tomaron materiales con los que cuenta el laboratorio y sobre eso empezar hacer las piezas en solidworks.

Dentro del laboratorio se contaba con perfiles de aluminio, que se utilizaron como la base principal del vehículo y a partir de eso se hicieron las de más piezas.

En la siguiente tabla 3.2, se presentaran los materiales empleados y sus especificaciones de cada pieza o elemento, estos elementos se pueden ver virtualmente en el apéndice al final del reporte.

Y en la figura 3.2 se muestran donde están ubicados los elementos de los que se mencionan en la tabla anterior.

Tabla 3.2: Elementos de diseño

1.-Perfiles de aluminio	30x30x550, 30x30x290,30x30x11
2.-Tubos galvanizados	3/4, 1/2.
3.-Lamina negra	55*35, 35*15
4.-Llantas	25cm de diámetro
5.-Tee	1/2
6.-Eje	2 ejes de 12cm de Largo, diámetro de 20mm
7.-Tuercas	2 tuercas de 20mm de diámetro para cada eje
8.-Sujetadores de tubos	2 sujetadores de 3/4
9.-Motor DC	24V,600 kg*cm, 4000rpm
10.-Tornillos/Remaches	80 piezas de 6mm de diámetro
11.-Tornillo mariposa/ Ajustador	1 pieza de 6mm de diámetro

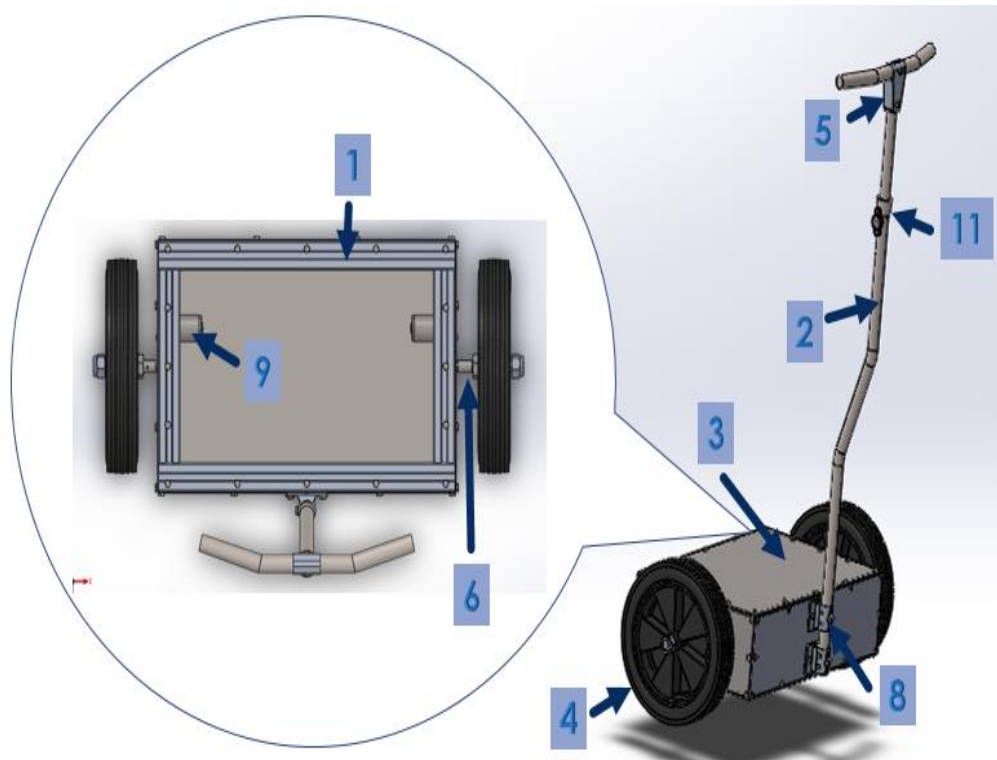


Figura 3.2: Ubicación de los elementos

Con un sistema de control y con los materiales escogidos para el diseño se puede decir que estos serían los valores adquiridos dentro la simulación y ensamblaje del diseño, en la siguiente tabla 3.3, pueden apreciar estos valores.

Tabla 3.3: Tabla comparativa

COMPARACION	SEGWAY	VEHICULO PROPUESTO
Velocidad máxima:	20 km/h	20 km/h
Capacidad de carga:	117 kg (usuario más carga)	130 kg
Peso:	54,4 kilos	31.8 kg
Tipo de batería:	Dos baterías de ión-litio Saphion®	Dos baterías recargables de ácido
Autonomía de la batería:	38 kilómetros de superficie sin pavimentar	4 horas aproximadamente dependiendo del uso.
Motores:	Dos servomotores DB sin escobillas	Dos motores ASME-02B
Llantas:	Llanta de aluminio negro de 25cm	Llanta de caucho de 25 cm
Neumáticos:	Neumáticos anchos de baja presión 17.7cm	neumáticos sólidos
Altura de la plataforma:	24,13 cm	19.5 cm
Distancia al suelo:	11,43 cm	8 cm

A continuación se presenta la imagen del diseño virtual elaborado, que es el modelo a seguir para dar paso a la construcción, se muestran diferentes vistas en las figura 3.3 y 3.4.

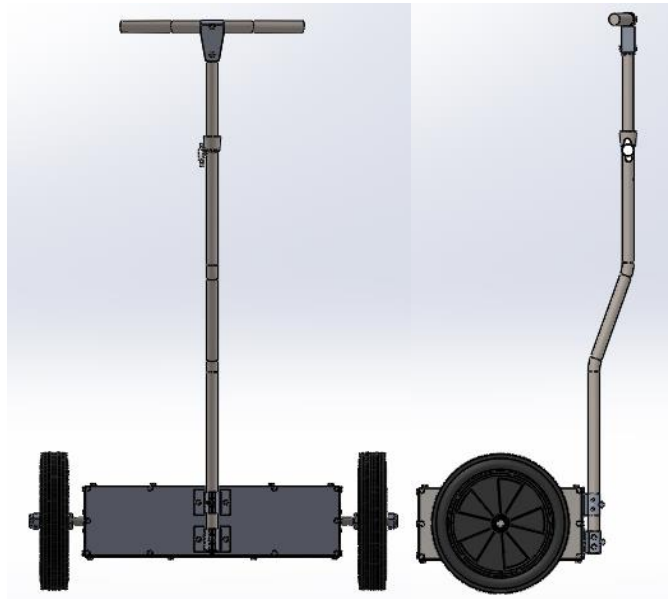


Figura 3.3: Vista frontal y lateral

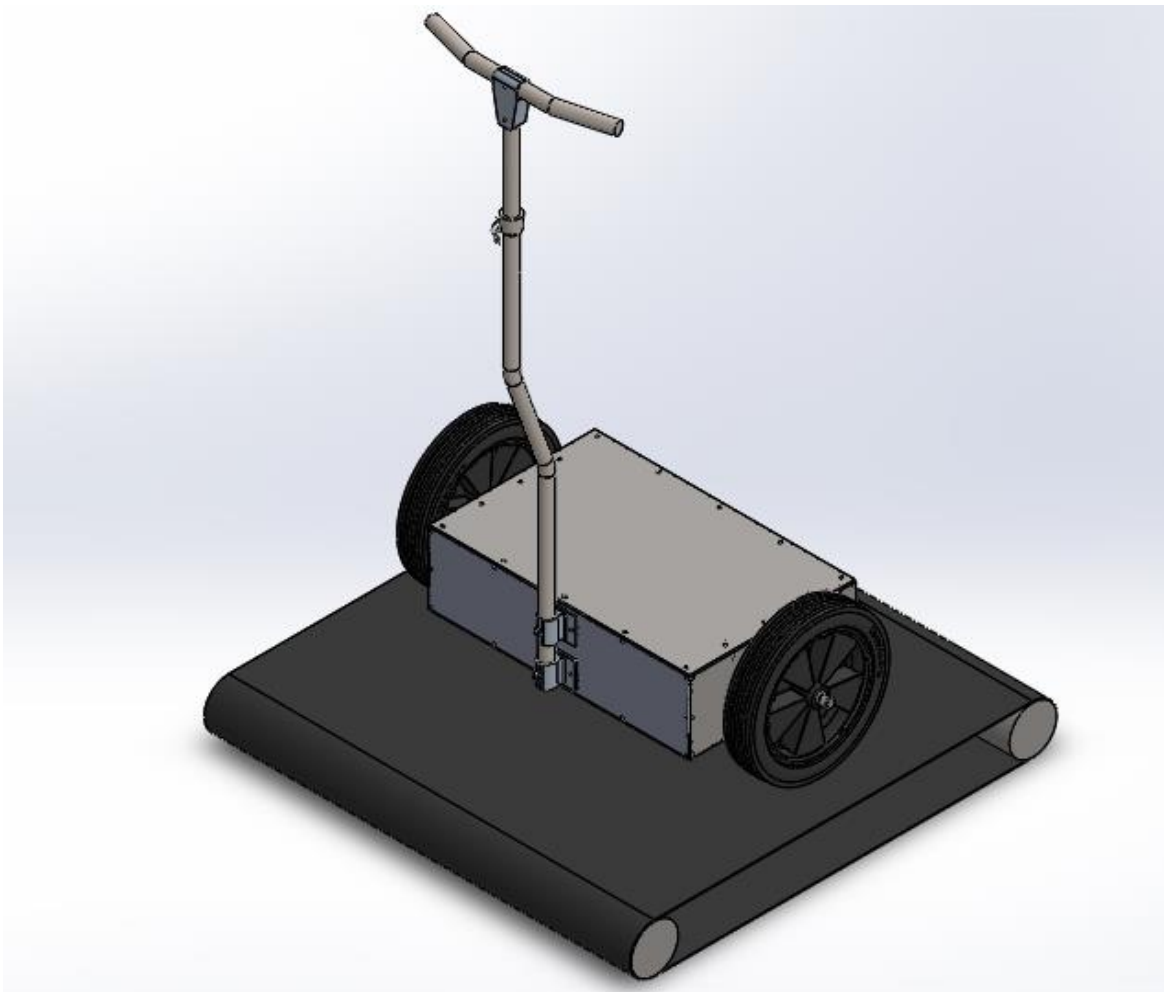


Figura 3.4: Diseño del vehículo

Estos son los parámetros tomados en cuenta para llegar a esta propuesta del vehículo de autobalance:

- Mejorar la movilidad de las personas
- Vehículo compacto que delimita los espacios que una persona de compleción promedio ocupa.
- Disminuir las emisiones de los contaminantes, ya que será completamente eléctrico y no requiere de ningún combustible.
- Reducir costo del producto
- Versatilidad
- Fácil mantenimiento

Dentro de la simulación en el programa de Adams sirvió para ver si el vehículo funcionaba se agregaron fuerzas dentro de él, así como torques en los motores esto con la finalidad de ver la respuesta dentro del sistema mediante gráficas. Se muestra en la figura 3.5.

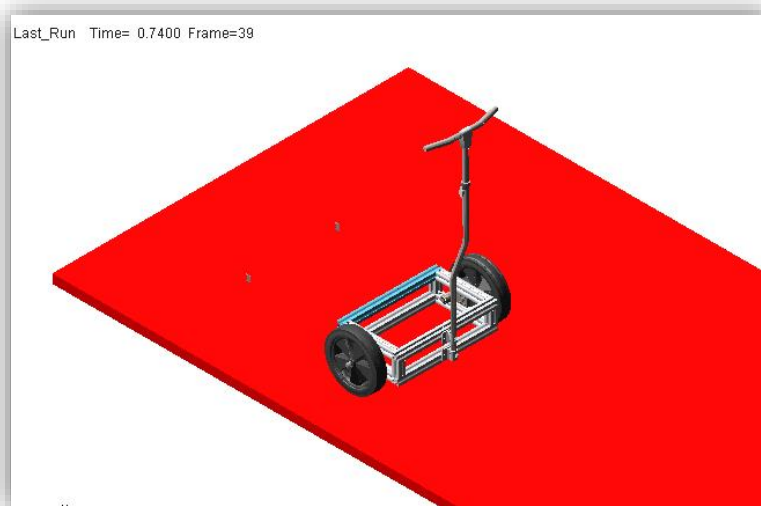


Figura 3.5: Diseño de Adams

Se obtuvo tanto la distancia y la velocidad con respecto al tiempo, esto será un preámbulo para que se diseñe un sistema de control e implementarlo en este diseño del vehículo. Las gráficas de muestran en la figura 3.6.

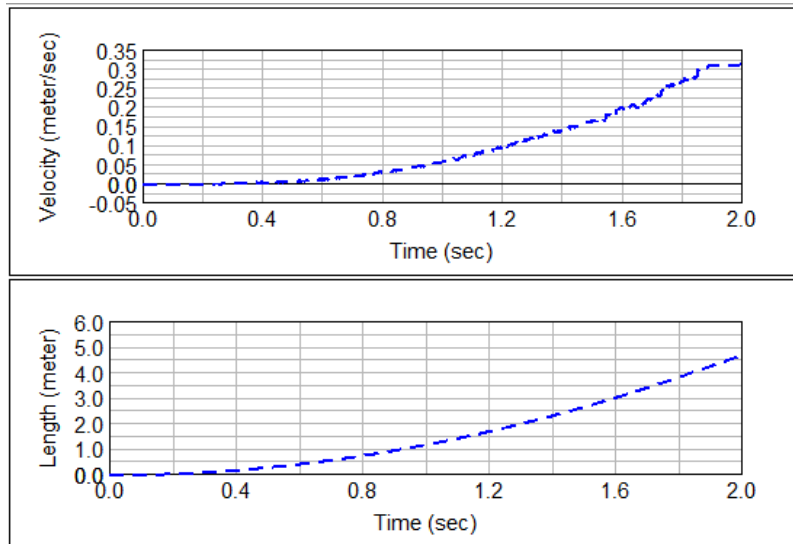


Figura 3.6: Graficas

3.2 Construcción

Para la construcción de este diseño, se tomaron algunos materiales y herramientas, con que la institución contaba, estos materiales son de gran ayuda, para avanzar la construcción. Dicha institución cuenta con un laboratorio de mecánica, donde se estuvo trabajando arduamente, puesto que tenían herramientas básicas para iniciar la construcción.

A continuación se hará un listado del material, que se tiene dentro del laboratorio y algunos que se adquirieron fuera de él.

- Perfil de aluminio
- Láminas negra
- Tornillos
- Llantas
- Tuercas
- Tubería galvanizada roscada
- Tee galvanizada roscada
- Motores

Para comenzar el proceso de construcción se cortaron los tramos del perfil de aluminio, que sirven para la base del diseño y a partir de ahí colocar las demás piezas, se muestra en la figura 3.7.



Figura 3.7: Cortando perfiles

Una vez cortado los perfiles base se barrenaron las partes donde se introducirán los tornillos esto se llevó a cabo, con taladro industrial y brocas de alta velocidad, se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8: Perforar el perfil

Posteriormente, los barrenos que quedaron del paso anterior, se utilizó el machuelo para generar la rosca, se eligió según el paso y el diámetro del tornillo,.

Cuando ya se tenían los barrenos roscados, daba lugar para empezar a ensamblar la base del diseño, de tal forma que quedara un cuadrado como soporte del vehículo, para después chapearlo esto se puede apreciar en la figura 3.9.



Figura 3.9: Juego de brocas para metal

Teniendo la base principal, lo que prosigue, es cortar la lámina para chapear la base y eso se logra utilizando una caladora, que me proporcionaron porque era ajena al laboratorio, porque de principio se utilizó una segueta pero era incómodo y tardado, luego se pensó en una tijera para metal de igual forma se tardaba y los cortes no eran exactos.

Una vez cortada la lámina en las dimensiones que necesitamos, se tomaron medidas para taladrar los espacios donde se introducirán los tornillos, esto puede verse en la figura 3.10.



Figura 4.4: Perforando la lámina

Cuando se tuvieron cortadas todas las láminas se ensamblaron atornillando cada una de ellas logrando crear una caja, donde se acoplaran las demás piezas, esta se muestra en la figura 3.11.



Figura 3.11: Base del vehículo

Lo que se muestra en la figura 3.12, son los barrenos donde se acoplará el motor, se observa de esa forma porque el motor tiene carcasa rectangular, dicho motor contiene un juego de engranes para generar mayor potencia.



Figura 3.12: Base del vehículo

Se acoplaron los motores en los barrenos que en la figura 3.12 se hicieron, y se aprecia en la figura 3.13, también se puede observar en dicha figura, que se colocó otro perfil, este

actúa como soporte para que al momento de subir al vehículo, la lámina no tenga ninguna deflexión o sea mínima.



Figura 3.13: Motores instalados

Ya que se tenía listo los motores instalados, se trabajó en las llantas para poder montarlas y esto fue el resultado del montaje, se puede apreciar en la figura 3.14.



Figura 3.14: Llantas instalados

Acoplado las llantas se cubrió con una tapa de aluminio la parte superior y se ensamblaron los tubos que sirven para sostener a la persona, ya que todo es roscado se instaló fácilmente, de tal forma que se finaliza la construcción del vehículo, se puede ver en la figura 3.15.



Figura 3.15: Vehículo terminado

De esta forma se culmina la construcción del vehículo de autobalance, teniendo en cuenta que aún le falta un sistema de control, que posteriormente será aplicado. Algunos de los procesos de manufactura no se hicieron por falta de herramienta necesaria y por qué no se contaba con un financiamiento al 100%, sin embargo se terminó el diseño y la construcción de este vehículo.

3.3 Cronograma

En la tabla 3.4 se muestra el tiempo aproximado que se tiene contemplado para realizar la investigación, en esta se detallan cada uno de los procedimientos que se llevaran a cabo.

La tabla se divide en quince semanas, porque este es el periodo comprendido en que tendrá que realizarse, señalando las actividades a realizar en las semanas correspondientes.

Tabla 3.4: Cronograma de actividades

Actividad	Semana														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Revisión del Estado del arte	X	X	X		X		X		X		X		X		X
Análisis del diseño de dispositivos de transporte personal de 2 ruedas	X	X	X												
Definir especificaciones de ingeniería		X	X	X											
Modelado y simulación del transporte de dos ruedas				X	X	X									
Diseño CAD del transporte de 2 ruedas				X	X	X	X								
Simulación virtual del prototipo CAD							X	X	X	X					
Compra de materiales							X	X	X	X					
Construcción del transporte de dos ruedas										X	X	X			
Elaboración de reporte de residencias	X		X		X		X		X		X		X		X

3.4 Equipo e infraestructura a utilizar

Algunas de las herramientas o maquinarias que se utilizaran para la manufactura de este vehículo se presentaran a continuación.

En la figura 3.16, se muestra un taladro industrial, pero bien puede utilizarse cualquier otro tipo de taladro porque el material no es tan resistente, aunque para mayor seguridad utilizaremos este.



Figura 3.16: Taladro industrial.

En la figura 3.17 se muestra una cortadora para que los cortes sean con mayor exactitud, ya que en el principio se estaba utilizando segueta.



Figura 3.17: Cortadora.

En la figura 3.18, se muestra las brocas utilizadas para perforar tanto los perfiles, como las láminas que cubren la base del vehículo, estas brocas son para metal comercialmente se encuentran como brocas de alta velocidad.



Figura 3.18: Juego de brocas para metal

En la figura 3.19 se muestra el tipo de machuelos que se utilizó para roscar el perfil de aluminio, de las medidas conforme al diámetro y paso de los tornillos que se utilizaría.



Figura 3.19: Machuelos

En la figura 3.20, se muestra el perfil que sirvió como base para el vehículo, este perfil está hecho de aluminio, se eligió por la resistencia mecánica y su ligero peso.



Figura 3.20: Perfiles de base

Se utilizaron más herramientas que facilitaban la construcción del diseño, tales como:

- Pinzas de presión
- Llaves españolas
- Llaves Allen
- Desarmadores
- Prensa
- Rondanas
- Segueta
- Caladora

Estos materiales son más comunes, por esa razón no se muestra una representación de ellos y los podemos identificar fácilmente.

Cabe mencionar que dentro de la construcción, se originaron factores que repercutieron, acuerdo a los alcances y limitaciones, vistas en el subcapítulo 2.4. Algunos de los accesorios fueron remplazados por elementos que pueden servir pero son poco recomendables.

Si requiere construir uno de estos vehículos se recomienda tener los accesorios que se muestran en el diseño, dado que ahí fue donde se eligió con especificaciones y fueron materiales probados por simulación y con seguridad pueden hacer uso de estos.

4 Conclusión

El transporte tipo Segway, es un vehículo que cambio la manera de transportarse de un lugar a otro del hombre, sin embargo este sistema de transporte no ha sido comercializado como se esperaba, de tal forma que todos tengamos uno y esto se debe al costo del vehículo y a las fuertes cantidades de dinero del mantenimiento que requiere.

Aunque a este vehículo se la han hecho algunas modificaciones, no ha logrado vender lo suficiente. Se consiguió mejorar el precio de prototipo y los materiales, haciendo unos ajustes en el diseño.

Para su diseño se tomaron en cuenta factores como:

- El peso de vehículo
- Velocidad
- Durabilidad de la batería
- Torque de los motores
- Inclinación de la pendiente a subir
- Distancia recorrida
- Material de fabricación

Con estas características, se tiene un vehículo compacto y eficiente de acuerdo a las especificación de ingeniería que deben contemplarse en el diseño mecánico.

Se brinda conocimiento del funcionamiento del sistema, los componentes que la conforman y el método de fabricación del vehículo nuevo.

Dentro del diseño del vehículo, se optaron por materiales resistentes pero menos pesados y dentro de esos materiales, se utilizó el aluminio que cuenta con las características necesarias que se requiere, dado que la forma del perfil fue diseñado para tener mayor resistencia y menos peso.

Se elige el motor capaz de proporcionar el torque necesario, para que pueda caminar con libertad el vehículo, y no tenga problemas al someterlo a un ángulo de inclinación, los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que el motor cuenta con la potencia suficiente para mover la estructura y peso de la persona, con facilidad.

Con estos resultados obtenidos dentro del diseño virtual, tenemos la seguridad y confianza de construir un vehículo competitivo y funcional, se muestra en la tabla 3.3 los valores con que cuenta el vehículo de autobalance.

5 Bibliografía

- [1] Segway inc,[en línea], <http://www.segway.com>
- [2] Mariscal Castillo, Diseño de un vehiculo electrico basado en el principio del pendulo invertido, 2013.
- [3] Ge, inc, [en línea], <https://generador-electrico.com/tienda/es/vehiculos-electricos/1273-osdrich-scooter-autobalance-tipo-segway.html>
- [4] Tecnocio, inc, [en línea], <http://www.tecnocio.com/patinetes-electricos/vehiculo-electrico-de-auto-equilibrio-con-doble-rueda-y-500-w-de-potencia>
- [5] SmartBalance, inc, [en línea], <https://www.entertainmentbox.com/shop/smart-balance-wheel-700-watt-bluetooth-self-balance-2-wheel-electric-drifting-smart-scooter>
- [6] Segway inc,[en línea], <http://www.segwaytoursmonterey.com/images/Exploded%20View%20Labeled.jpg>
- [7] aliexpress, inc, [en línea], <http://es.aliexpress.com/item/24V-4000rpm-600kg-cm-ZYTD-60SRZ-8F2-DC-g geared-motor-the-length-of-shaft-33mm-permanent/1669080976.html?spm=2114.10010408.100007.5.vdKzdf&isOrig=true#extend>
- [8] [en línea], <https://vertigo2040.wordpress.com/2012/02/28/motor-electrico-tipos-y-fundamentos/>
- [9] [en línea], <http://www.tiposde.org/cotidianos/420-tipos-de-baterias/#ixzz3xle32kbJ>

6 Glosario

Arduino: Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Asequible: Que puede conseguirse o alcanzarse.

Infokey: Controla de forma constante los datos de la batería, la velocidad y la distancia.

Ingeniería concurrente: Es una filosofía orientada a hacer más eficiente la ingeniería, así como integrar sistemáticamente y en forma simultánea el diseño de productos y procesos.

LeanSteer: Sistema de control que responde al inclinar el cuerpo a la izquierda o derecha, esta toma la dirección en la que el conductor quiere desplazarse.

Off Road: Es un deporte extremo en el que compiten automóviles de diferentes categorías con clasificaciones específicas pero adaptadas a terrenos duros o inaccesibles para los vehículos normales. Suele rodarse sobre arena, grava o barro e incluso sobre agua, nieve o hielo.

Reostato: Componente eléctrico para regular la intensidad de la corriente sin necesidad de abrir el circuito y que consiste en una resistencia eléctrica que puede variarse a voluntad.

Standby: Estado de un aparato electrónico que se encuentra conectado pero en reposo a la espera de recibir órdenes.

Versátil: Es un adjetivo que procede del vocablo latino versatilis y que hace referencia a la capacidad de algo o alguien de adaptarse con rapidez y facilidad a distintas funciones.

7 Simbología

v : Velocidad

r : Distancia del radio de giro

w : Velocidad angular

n = número de revoluciones por minuto.

rpm : Revoluciones por minuto

W = Peso

m : Masa

g = Gravedad

N : Es la fuerza normal que ejerce sobre el cuerpo, perpendicular al plano inclinado.

F_r : Es la fuerza de rozamiento, entre el plano y el cuerpo, paralela al plano inclinado y que se opone a su deslizamiento.

F_m : Fuerza que ejercen los motores, que es paralela al plano inclinado.

μ_e : Coeficiente de fricción estática

T_m : torque del motor

F_m : fuerza de los motores

R : distancia del radio de giro

P_{motor} : Potencia del motor

$P_{bateria}$: Potencia de batería

8 Apéndice A

Se muestran las piezas que se elaboraron dentro del diseño, dichas piezas están hechas en el programa solidworks, cabe mencionar que todas las medidas que se muestran están dadas en milímetros.

En la figura 1, se muestra el eje, que sirve para sujetar la llanta, esta cuenta con un barreno para que acople con el eje del motor, cuyo eje se sujetara con un tornillo, que se ubica en la parte superior de la pieza, tiene la función que no permita la salida del eje, cuando se genere el torque se ve en la figura 1, cuenta con dos espacios roscados, para colocar tuercas para presionen a la llanta.

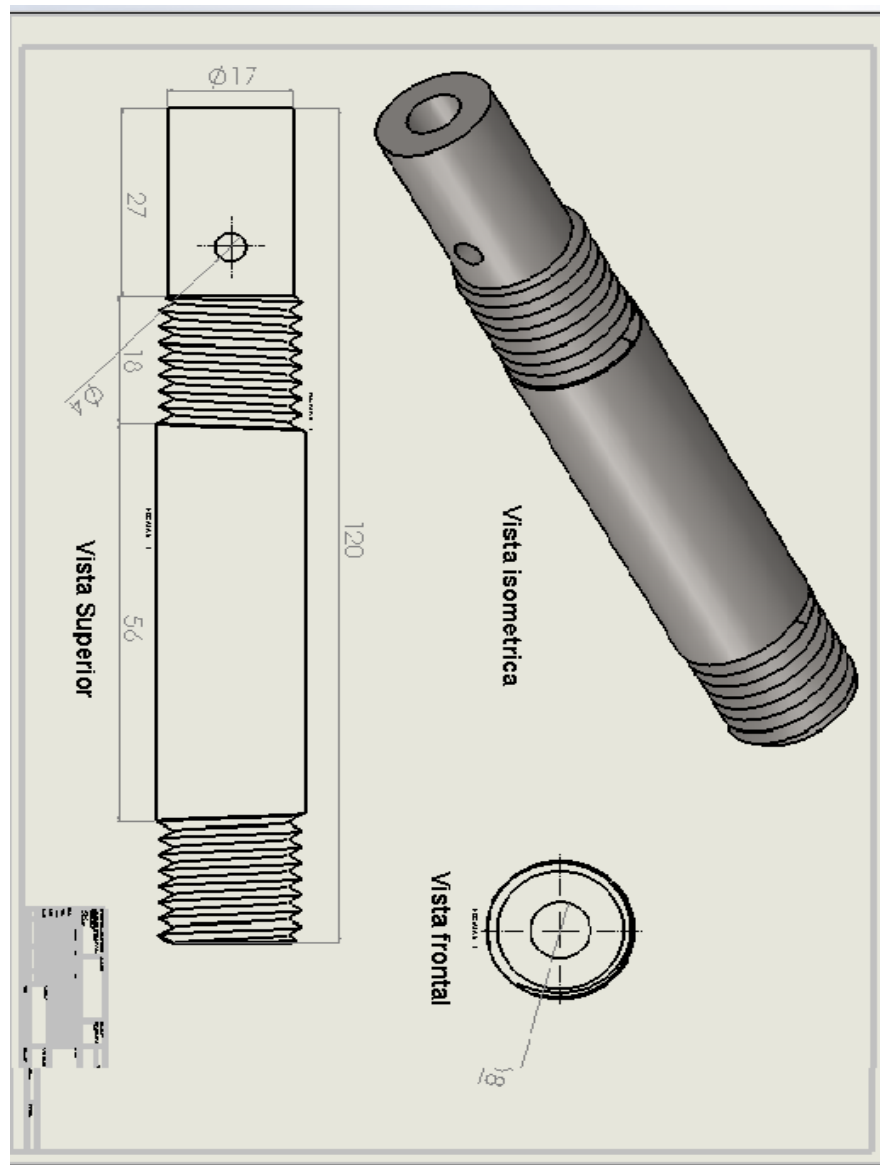


Figura 1: Eje (vistas)

En la figura 2, se muestra el perfil que se utilizó para la base del vehículo, esta varía su longitud, en la tabla 3.2, se pueden ver las longitudes que tiene este elemento.

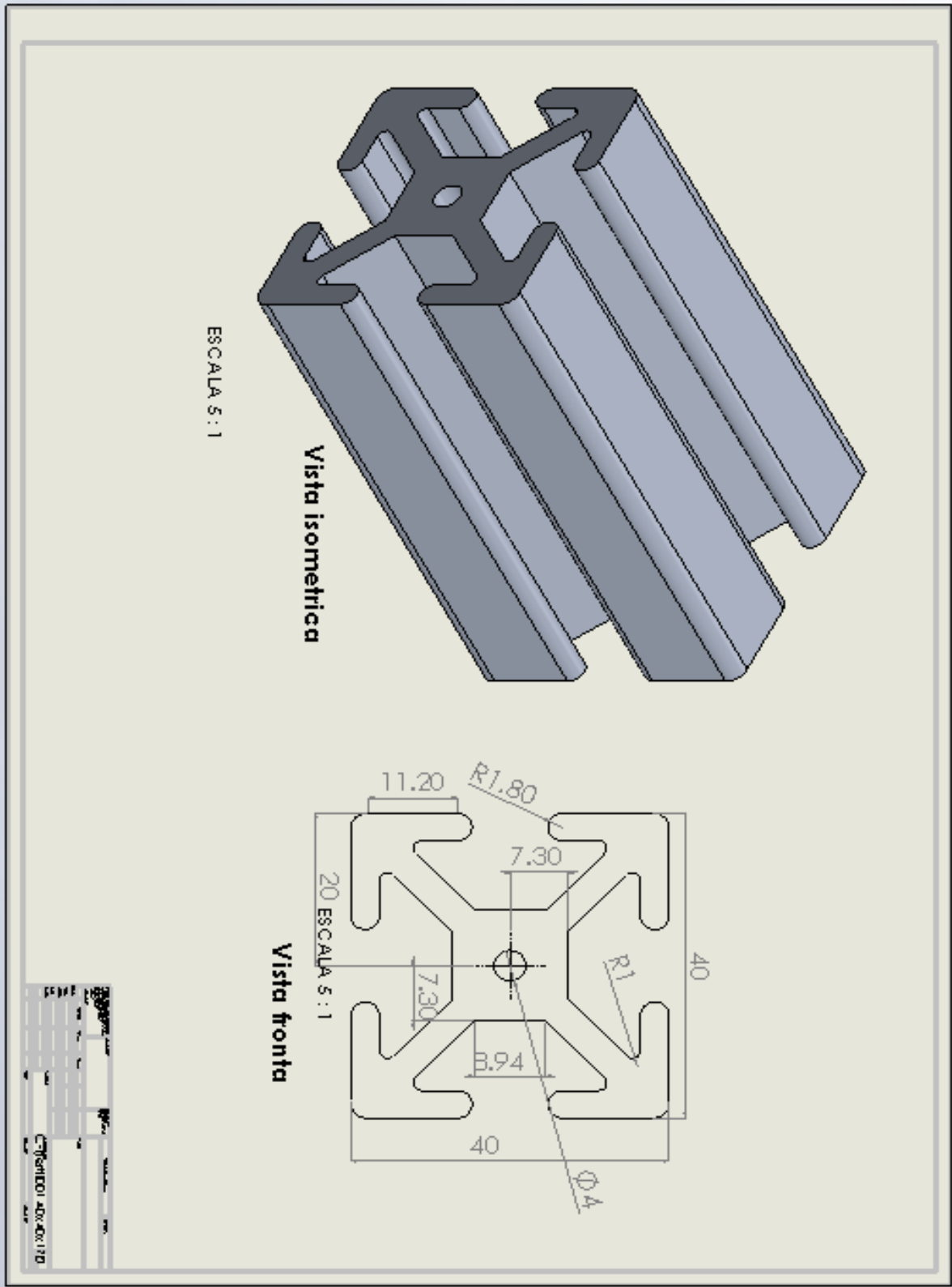


Figura 2: Perfil de aluminio (vistas)

Se muestra en la figura 3, la llanta que se propone en el diseño, medidas que deben de tomarse en cuenta.

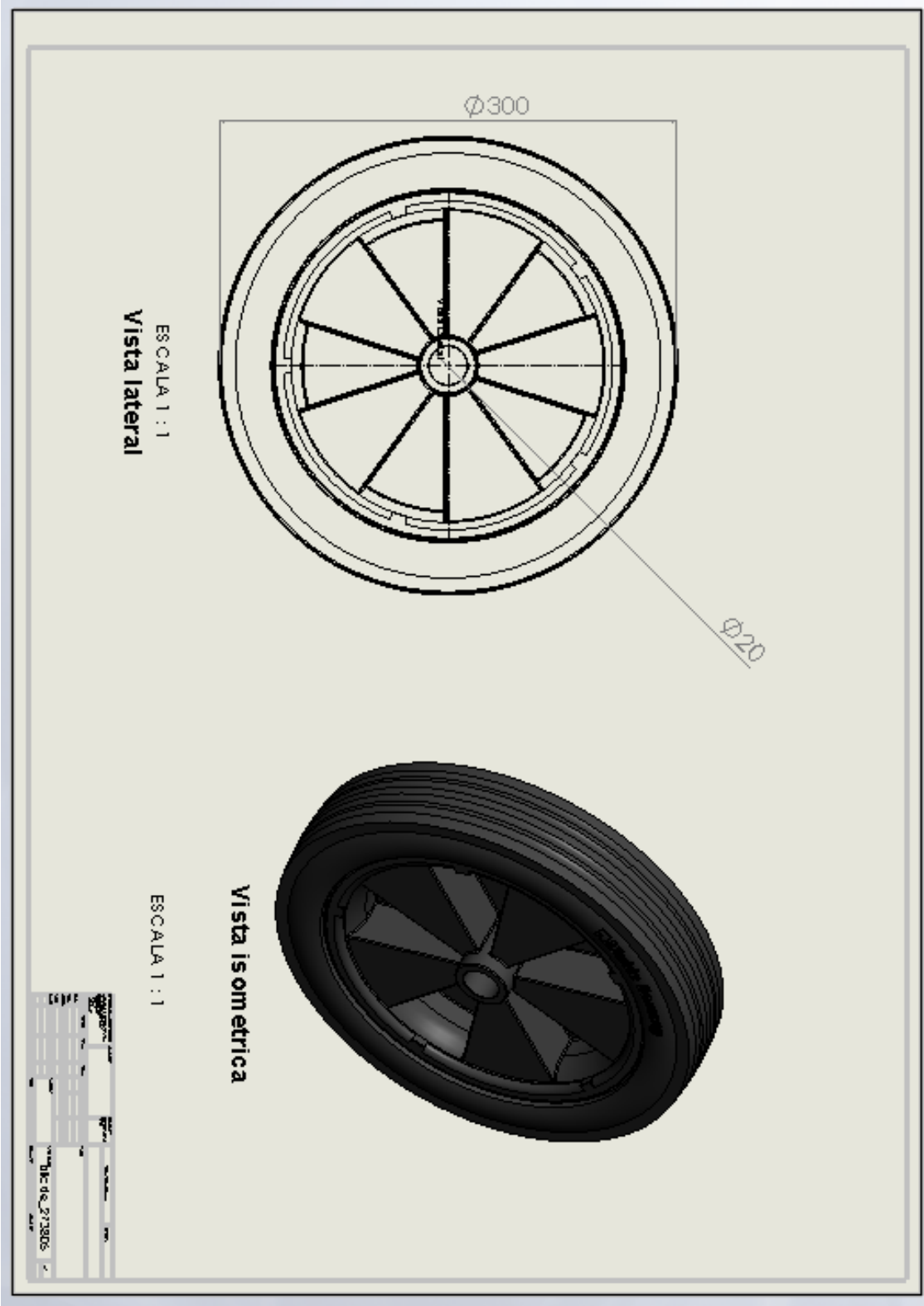


Figura 3: Llantas (vistas)

A partir de estos planos que se muestra en la figura 4 se modelo, planos proporcionados de la empresa donde se adquirió el producto [7]. Y en la figura 5 se muestra una vista del sólido.

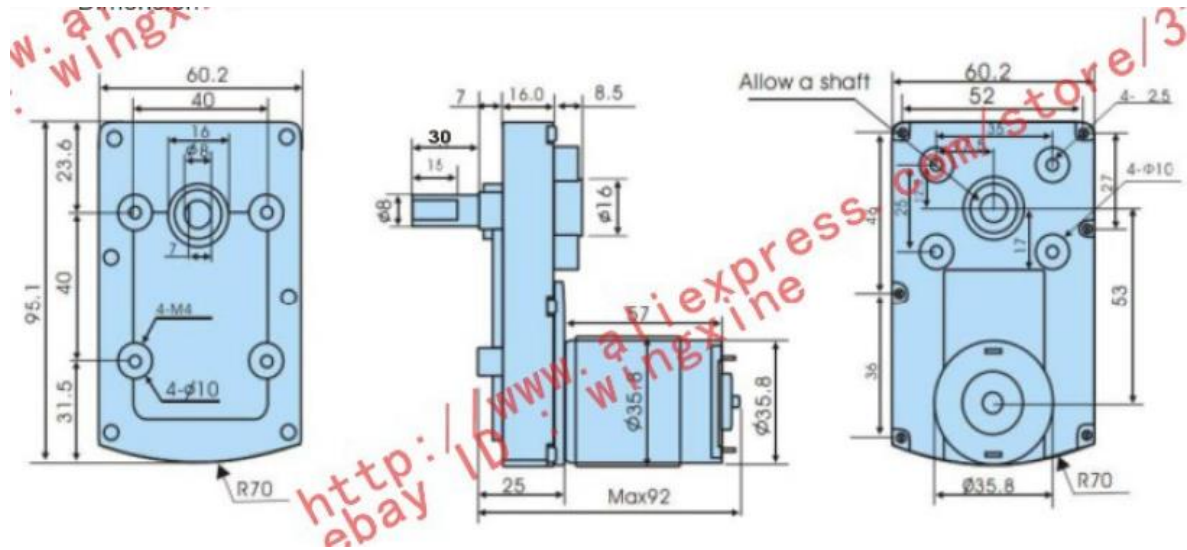


Figura 4: Planos del motor

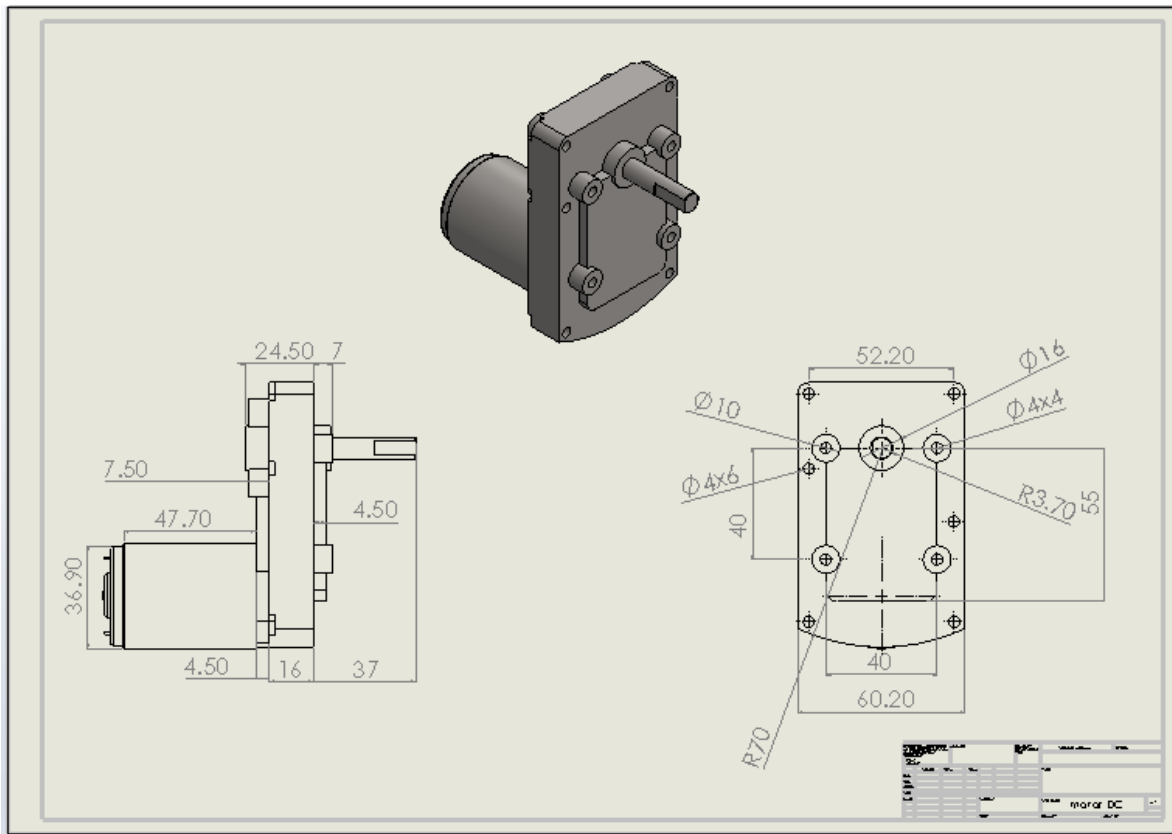


Figura 5: Motor (vistas)

A continuación se muestran en las figuras 6-8, cada una de las láminas que cubren la base del vehículo.

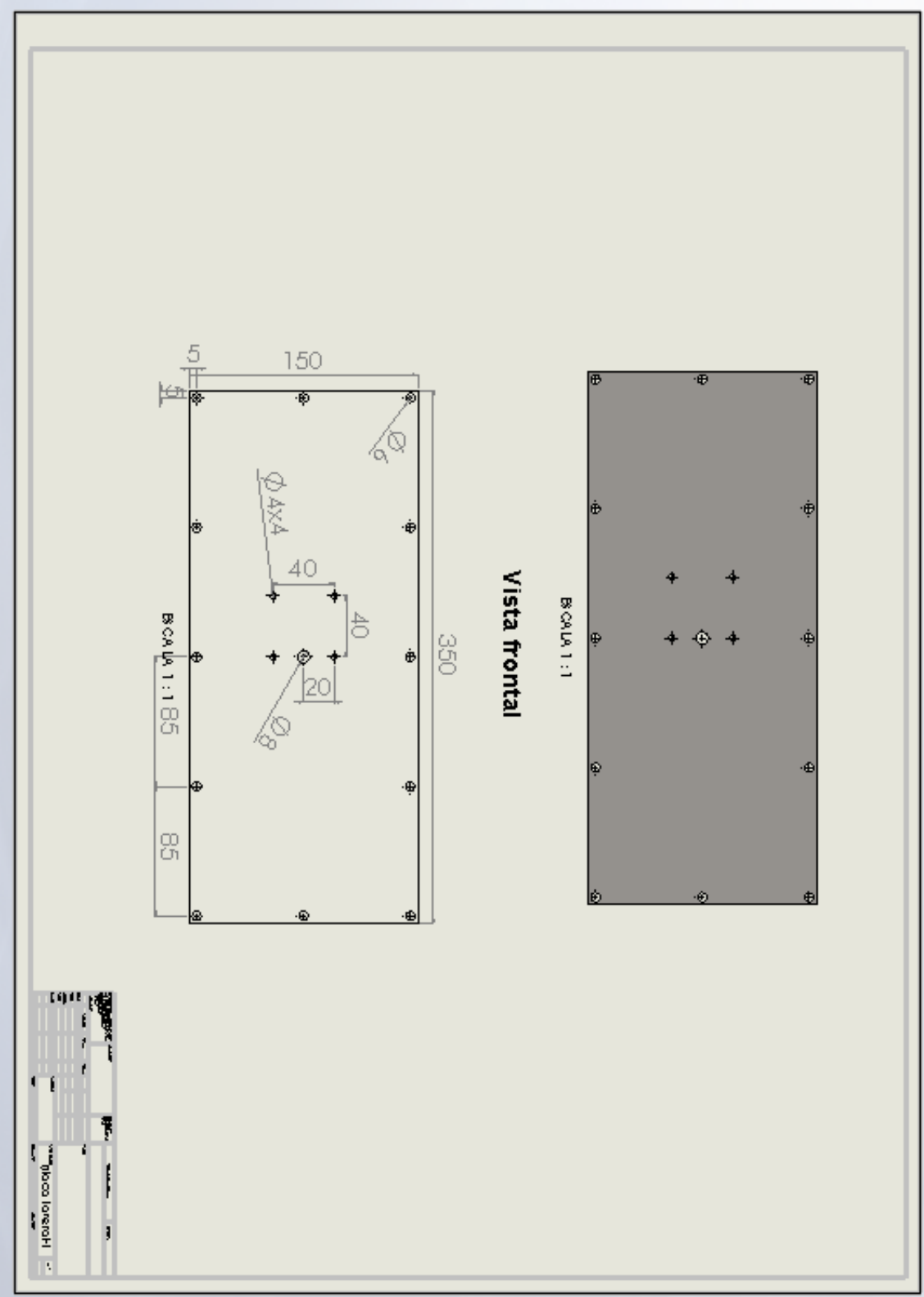


Figura 6: Láminas laterales (vistas)

Estas laminas laterales soportan los motores, es por eso que se ven los barrenos en medio de ella, figura 6.

La lámina que soporta el peso de las personas, se muestra en la figura 7, que de igual forma va debajo de la base, pero la que va arriba tiene un soporte de perfil en medio para evitar que la deflexión sea mayor.

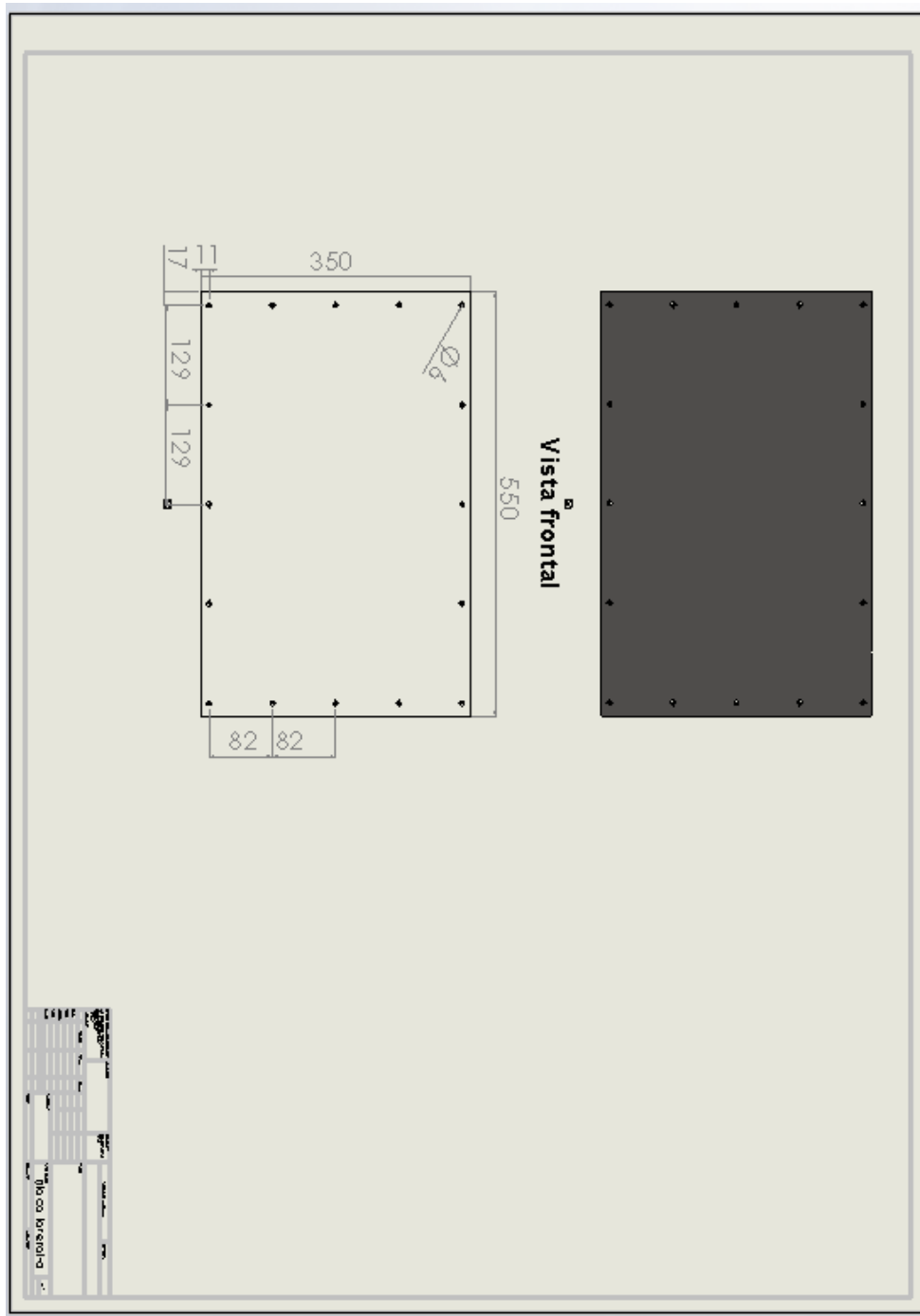


Figura 7: Láminas de soporte (vistas)

La figura 8, muestra la lámina que se coloca enfrente del vehículo, consta de unos barrenos que sirven para adherir los sujetadores de tubos, también las siguientes dimensiones mostradas sirven para la lámina de la parte trasera pero sin perforaciones en la parte central de la lámina.

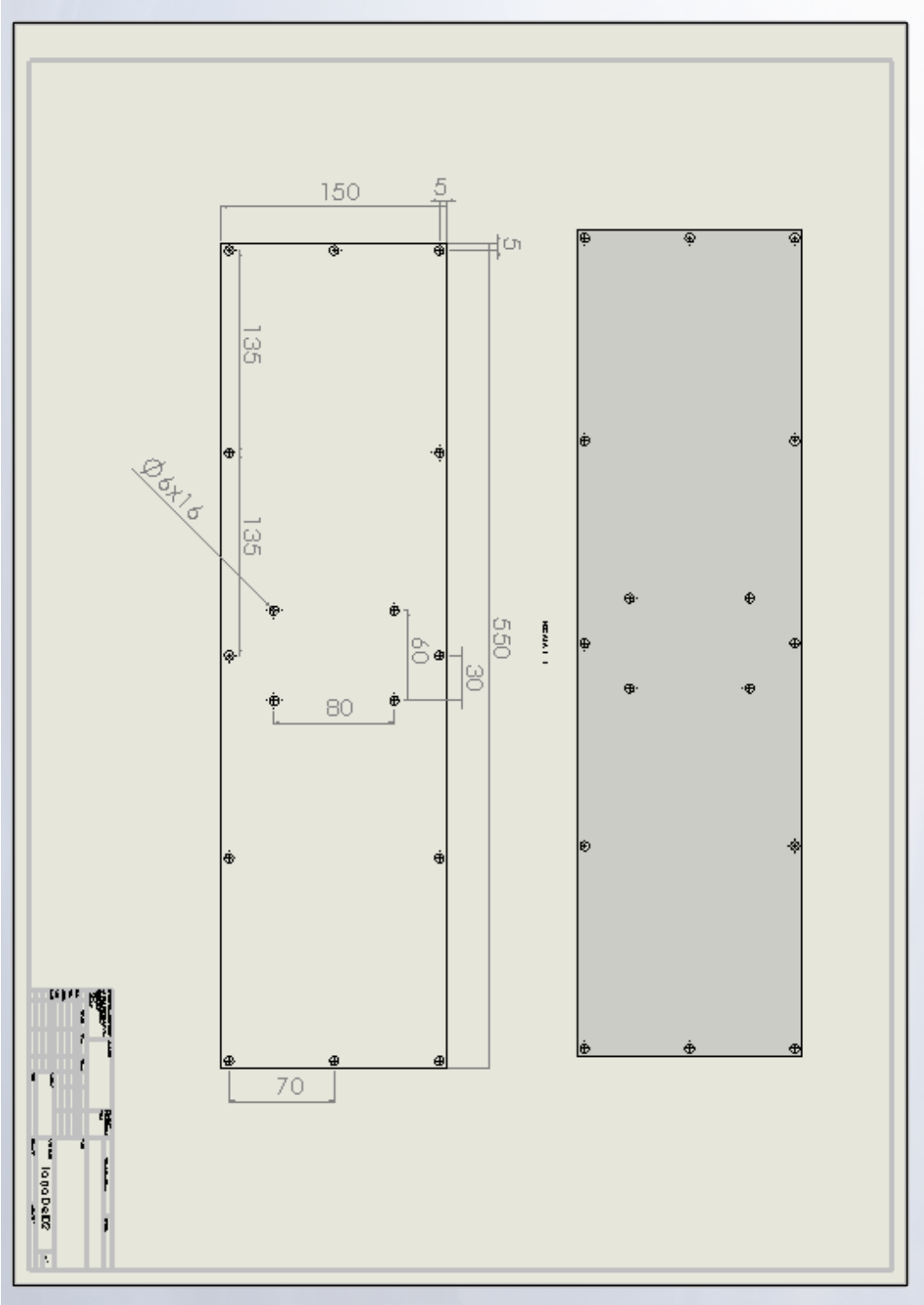


Figura 8: Lamina frontal

La siguiente figura 9, muestra la forma que debe tener el tubo, su función es tener un buen manejo del vehículo, es decir que no esté tan pegado a nuestro cuerpo esto facilita la maniobrabilidad.

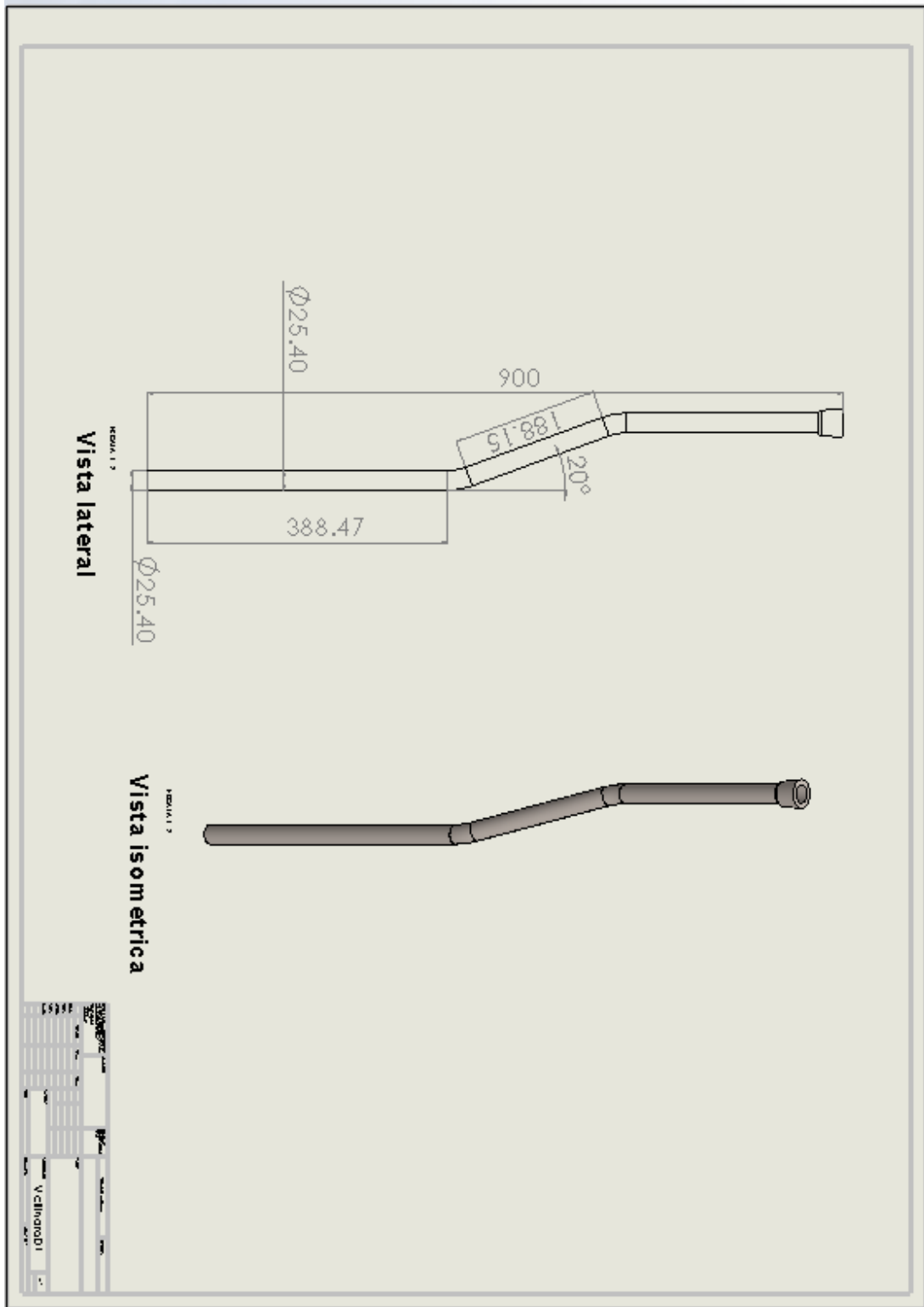


Figura 9: Tubo (vista lateral)

Las siguientes figuras, muestran materiales que se pueden adquirir de forma comercial. En la figura 10, se muestra una tee que va remachado o atornillado a un tubo que va horizontalmente y otro verticalmente.

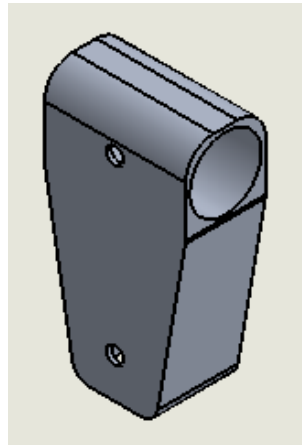


Figura 10: Tee

En la figura 11 se muestra, el tubo que se ajusta a la altura de la persona que se subirá al vehículo, va introducido al tubo doblado que se mostró con anterioridad en la figura 10, y en la parte superior va la tee para sujetar el tubo horizontal.

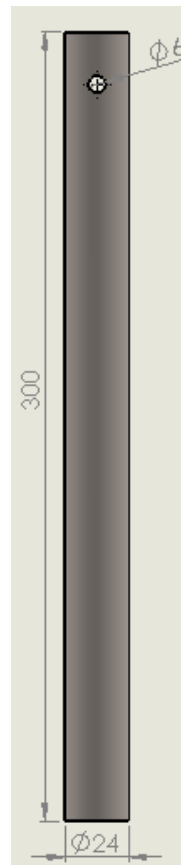


Figura 11: Tubo (vista frontal)

El manubrio puede ser recto o doblado como se muestra en la figura 12, el barreno que se ve, sirve para sujetar a la tee.

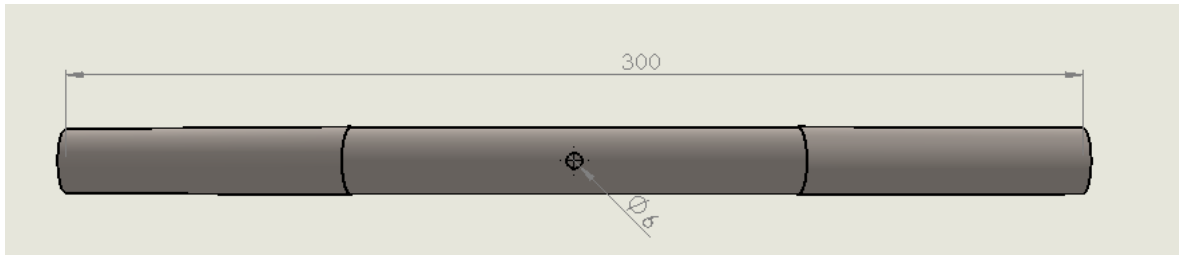


Figura 12: Manubrio

El siguiente accesorio sirve para para ajustar el tubo de la figura 11, su función en mantenerlo fijo al ejercer presión o si es posible barrenar el tubo para q sea más práctico, es un tornillo mariposa puede observarse en la figura 13, pero también se encuentra comercialmente en otras presentaciones.

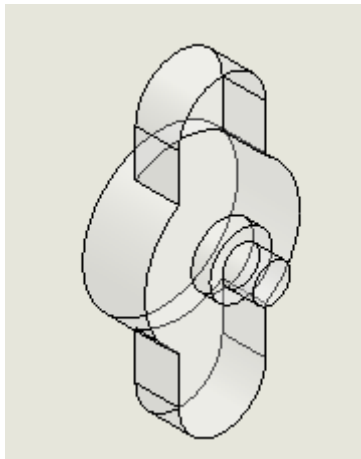


Figura 13: Tornillo mariposa

Y por último tenemos a un sujetador de tubos, este soportara el equilibrio de la persona, es por eso que se requiere de dos piezas, para que la carga se distribuya en cada uno y se coloca enfrente del vehículo, ver figura 14.

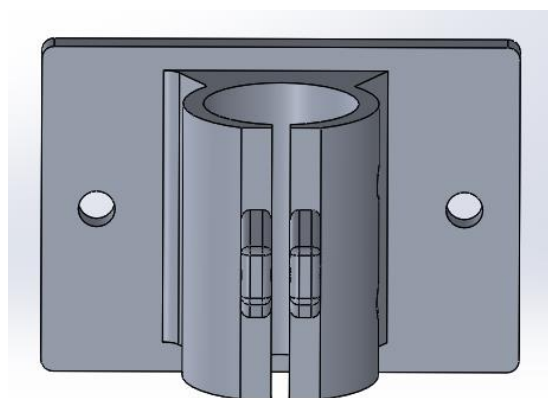


Figura 14: Sujetador de tubo