

Universidad Internacional Del Ecuador



Facultad De Ingeniería Automotriz

Tesis De Grado para la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica

Automotriz

**Estudio de factibilidad para un sistema de conducción para personas
con paraplejia en vehículos N1**

Autor: Luis Alberto Pulupa Sánchez

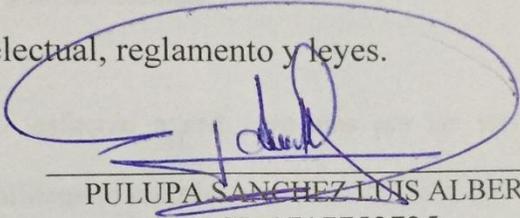
Director: Ing. Alex Imbaquingo

Quito, Marzo 2017

Certificación

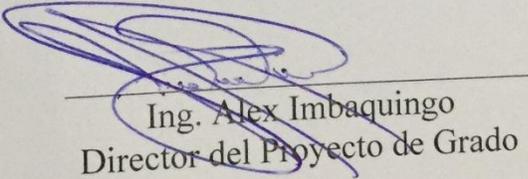
Yo, Luis Alberto Pulupa Sánchez, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mi derecho de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



PULUPA SANCHEZ LUIS ALBERTO
CI: 1717752735

Yo, Alex Imbaquingo certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Ing. Alex Imbaquingo
Director del Proyecto de Grado

Dedicatoria

La presente tesis la dedico a Dios por su inmensa bendición que ha dado a mi familia, a mi padre Luis Alberto Pulupa que hoy está en el cielo que ha sido un pilar muy importante para forjarme como hombre y profesional de bien, a mi madre por su inmenso apoyo moral y afectivo motivándome siempre a seguir adelante a pesar de las dificultades que se me presentan en el camino, a mi hija Adelita Giselle por ser la inspiración de vida para seguir conquistando sueños y metas trazadas.

También dedico este esfuerzo a mis hermanos por ser mi apoyo siempre cuando los necesitaba, a mis familiares en especial a mi abuelita Delia que a pesar de estar lejos siempre me ha brindado todo su apoyo y consejos de vida para seguir adelante en mi camino.

LUCHO PULUPA/2017

Agradecimiento

Extiendo mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Internacional del Ecuador por ser parte de ella y abierto sus puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera u poder dar un paso más en mi vida profesional.

Agradezco también a mi director de Tesis Ing. Alex Imbaquingo por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Mi agradecimiento también va dirigido al Ing. Andrés Castillo, Director de la Facultad de Ingeniería Automotriz por su valioso apoyo en todo el proceso de mi carrera profesional y a mis profesores quienes dejaron en mí su valioso conocimiento científico y humano.

Al finalizar quiero agradecer a todos mis compañeros de clase por su amistad y apoyo moral a seguir adelante en mi carrera profesional.

LUCHO PULUPA/2017

Índice General

Certificación	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice General	v
Índice de Figuras	x
Índice de tablas.....	xiv
Resumen.....	xv
Abstract	xvi
Objetivo General	xvii
Objetivos Específicos.....	xvii
CAPÍTULO I.....	18
1 Introducción.....	18
1.1 Discapacidades en el Ecuador	19
1.1.1 Estudios cuantitativos en el Ecuador	19
1.1.2 Estadísticas	20
1.1.3 Movilidad y transporte de personas discapacitadas	22
1.1.4 Grado de discapacidad.....	23
1.2 Discapacidades	25

1.2.1	Tipos de Discapacidades y sus características.....	25
1.2.2	Causas de discapacidades	28
CAPÍTULO II		30
2	Investigación de vehículos N1 apropiados para adaptaciones.....	30
2.1	Cuantificación de vehículos N1 y M1 en el Ecuador para personas.....	32
2.1.1	Análisis de mercado en marcas de vehículos más vendidos.....	35
2.2	Normas de seguridad vial en vehículos adaptados.....	35
2.3	Diseño de vehículos para discapacitados	36
2.3.1	Entre las adaptaciones más comunes en el mercado encontramos:.....	37
2.3.2	Controles electrónicos	37
2.3.3	Sillas de ruedas motorizadas eléctricas	38
2.3.4	Adaptaciones de modificaciones para ingreso a vehículos	38
2.4	Razones técnicas que se consideran para desarrollar modelos para movilidad ..	38
2.5	Diseños y construcciones de sistemas	39
2.6	Equipos para personas discapacitadas.....	40
2.6.1	Parámetro de selección de Equipos para Adaptaciones	40
2.6.2	Sistemas de accionamientos mecánicos para acelerar y frenar	43
2.6.3	Sistemas electrónicos en el acelerador y freno.....	43
2.6.4	Sistemas de accesibilidad al vehículo	44
2.6.5	Sensores de distancia y de frenado anticipado	45

2.6.6	Sensores de estacionamiento por GPS	47
2.7	Vehículos factibles para modificaciones en el Ecuador.....	49
2.8	Instalaciones parte estructural	50
2.8.1	Principios fundamentales de sistemas frenos, acelerador	50
2.8.2	Sistemas de Acelerador electrónico	53
2.8.3	Sistema de transmisión Automática	55
2.8.4	Sistemas de seguridad en los vehículos para Ecuador.....	56
2.9	Factibilidad y Costes	57
2.9.1	Licencia F	58
CAPÍTULO III.....		59
3	Diseño de prototipo para personas con paraplejia	59
3.1	Parámetros de diseño.....	59
3.1.1	Seguridad al maniobrar el volante.....	60
3.1.2	Manos al volante y adaptaciones correctas	60
3.2	Sistemas de accionamiento adecuado para la movilidad del vehículo.....	61
3.2.1	Sistemas de accionamientos de freno	62
3.3	Funcionamientos de Mandos para extremidades superiores.....	63
3.3.2	Diseños de frenado	64
3.3.3	Sistema de Aceleración del automóvil	70
3.3.4	Pedal del acelerador.....	71

3.3.5	Diseño de componente para uso del acelerador	71
3.3.6	Especificaciones y propiedades mecánicas de materiales de construcción... ..	72
3.3.7	Modelado de piezas en SolidWorks	74
3.4	Torques y fuerzas ejercidas por los pedales accionados	75
3.5	Esfuerzos Vs deformación	77
3.5.1	Diagrama de esfuerzos Vs Deformaciones	78
3.6	Calculo de esfuerzos lineales en los materiales según fuerzas ejercidas.	82
3.6.1	Simulaciones de esfuerzos lineales y cortantes con sus respectivos.	83
3.6.2	Simulación de esfuerzos al ejecutar pedales de acelerador y freno.....	88
3.6.3	Resultados del estudio de simulación de esfuerzos y funcionalidad.....	100
3.7	Factor de seguridad del diseño	101
CAPÍTULO IV		105
4	Análisis de costos para implementación de diseño para personas con paraplejia	105
4.1	Costos directos	105
4.2	Costos Indirectos	105
4.3	Costos del diseño con investigación.....	106
4.4	Costos del sistema de implementación sin investigación del diseño.	106
4.5	Precio de venta al público.	107
4.6	Componentes para el sistema en el mercado ecuatoriano	108
4.6.1	Tipos de Implementaciones factibles para vehículos N1	108

4.7	Tipos de Vehículos N1 homologados para implementaciones	109
4.8	Costos en el sector automotriz con implementaciones en sistemas.	110
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
	CONCLUSIONES	111
	RECOMENDACIONES.....	112
	BIBLIOGRAFIA	114
	ANEXOS	117
	Anexos 1	117
	Anexo 2.....	134
	Anexos 3	136

Índice de Figuras

Figura 1.1 Personas con discapacidad por provincia	19
Figura 1.2 Tipos de discapacidades actuales en el Ecuador.....	20
Figura 1.3 Tipos de discapacidades incluidas laboralmente	21
Figura 1.4 Discapacidad por edad en el Ecuador.....	22
Figura 1.5 Personas por grado de discapacidad	24
Figura 1.6 Personas por grados de discapacidad en Porcentajes	25
Figura 1.7 Tipos de Discapacidad.....	26
Figura 1.8 Clasificación de las discapacidades Motrices.....	27
Figura 1.9 Discapacidad sensorial.....	27
Figura 1.10 Simbología de discapacidad Intelectual.....	28
Figura 1.11 Causas de discapacidad en el Ecuador.....	28
Figura 2.1 Vehículos CMT N1 y SED M1	30
Figura 2.2 Vehículos N1 y M1 más vendidos en el Ecuador.....	34
Figura 2.3 Diseños de conducción	36
Figura 2.4 Barras de porcentaje de equipos a adaptar.....	42
Figura 2.5 Pedales con accionamiento mecánico.....	43
Figura 2.6 Push – Pull acelerador electrónico, Freno Mecánico.....	44
Figura 2.7 Entradas por plataformas para personas discapacitadas	45
Figura 2.8 Sistemas (EBA Asistencia de frenado de emergencia)	46
Figura 2.9 Sistemas de cambio de carril	47
Figura 2.10 Infrarrojos de auto parqueo.....	48
Figura 2.11 Active Park	49

Figura 2.12 Mandos para personas discapacitadas	50
Figura 2.13 Esquema de un sistema de frenos	51
Figura 2.14 Freno de Mano.....	52
Figura 2.15 Sistema ABS.....	53
Figura 2.16 Sensor de pedal.....	54
Figura 2.17 Cuerpo de Aceleración	55
Figura 2.18 Transmisión Manual	56
Figura 2.19 Seguridad de vehículos homologados por regiones.....	57
Figura 3.1 Manos sobre el volante	61
Figura 3.2 Sistema de frenos Hidráulico.....	62
Figura 3.3 Sistema de accionamiento y sus partes	63
Figura 3.4 Interior de modelo Kia Cerato	64
Figura 3.5 Diseño de AutoCAD 3D palanca de ejecución freno acelerador	65
Figura 3.6 Diseño de bocín solidario a eje principal.....	66
Figura 3.7 Acople de manija de ejecución con bocín solidario.	66
Figura 3.8 Soporte de sistema de conducción.....	67
Figura 3.9 Soporte de sujeción de sistema	67
Figura 3.10 Perno roscable para sujeción de pedal.....	68
Figura 3.11 Mecanismo de sujeción de pedales.....	68
Figura 3.12 Mecanismo de sujeción al brazo del pedal de freno.	69
Figura 3.13 Varillaje de ejecución de pedal.....	69
Figura 3.14 Elementos del sistema de aceleración.....	70
Figura 3.15 Componentes del acelerador electrónico.....	71

Figura 3.16 Accionamiento del acelerador.	72
Figura 3.17 Palanca de Accionamiento diseñado en SolidWorks	74
Figura 3.18 Dinamómetro digital.....	75
Figura 3.19 Dinamómetro Análogo	76
Figura 3.20 Diagrama esfuerzo Vs deformación	78
Figura 3.21 Factor de seguridad Límite elástico.....	79
Figura 3.22 Ingreso de fuerzas de aplicación a sistema para discapacitados.....	82
Figura 3.23 Análisis estático de palanca de ejecución.....	83
Figura 3.24 Deformación del bocín al 70% más de fuerza ejercida	83
Figura 3.25 Soporte de Bocín a escala normal.....	84
Figura 3.26 Análisis de buje de anclaje de bocines	84
Figura 3.27 Análisis de cargas lineales y de torsión en pines de sujeción de partes	84
Figura 3.29 Base de sujeción de sistema de mandos	85
Figura 3.32 Soporte de base a escala normal soportado.	85
Figura 3.35 Tornillos de sujeción de varillas a escala mayor con 32%	86
Figura 3.36 Tornillo de sujeción a escala normal 1	86
Figura 3.37 Análisis de material de varilla de accionamiento escala mayor	87
Figura 3.38 Análisis de esfuerzos de varilla escala normal	87
Figura 3.39 Varilla conectada con sujetador de pedales para acelerador.	88
Figura 3.40 Cargas ejercidas en el sistema a una escala mayor a 500 N	97
Figura 3.41 Esfuerzos ejercidos en la varilla a mayor escala para ver el soporte.....	98
Figura 3.42 Vista de pandeo al generar esfuerzos con sobrecarga a mayor escala.....	98
Figura 3.43 Cargas ejercidas en brazo de sujeción de varillaje a mayor escala.....	99

Figura 3.44 Modelo de simulación de anclaje de sistema a mayor escala 30% más	99
Figura 3.45 Soporte rediseñado de anclaje del sistema	100
Figura 3.46 Soporte de anclaje sufre menos a las fuerzas ejercidas	101
Figura 3.47 Campana de Gauss.....	102
Figura 3.48 Análisis de factor de seguridad en diseño completo.....	103
Figura 4.1 Licencia para personas discapacitadas tipo "F"	110

Índice de tablas

Tabla 1.1 Beneficios de aplicación en pago de impuestos según el grado	23
Tabla 1.2 Personas según grados de discapacidad del Ecuador.....	24
Tabla 1.3 Población por condiciones Físico-Motoras (Paraplejia).....	29
Tabla 2.1 Equipos a evaluar.....	41
Tabla 2.2 Parámetros de selección de Equipos de adaptación.....	41
Tabla 3.1 Propiedades de Acero A36.....	73
Tabla 3.2 Propiedades de Acero inoxidable A316.....	73
Tabla 3.3 Propiedades de Acero aleado generales	79
Tabla 3.4 Material acero aleado límite de proporcionalidad.....	80
Tabla 3.5 Material acero aleado límite de elasticidad.....	80
Tabla 3.6 Material acero aleado en punto de fluencia	80
Tabla 3.7 Material acero aleado en esfuerzo máximo.....	81
Tabla 3.8 Material Acero aleado en esfuerzo de rotura	81
Tabla 3.9 Modelado de Ensamble.....	88
Tabla 3.10 Factor de confiabilidad o de seguridad	102
Tabla 4.1 Costos directos en la implementación del diseño	105
Tabla 4.2 Costos Indirectos en la implementación del diseño.....	106
Tabla 4.3 Costos del diseño con investigación	106
Tabla 4.4 Costos de implementación del sistema sin investigación del diseño.....	107

Resumen

El presente estudio trata sobre la factibilidad de un sistema de conducción para personas con paraplejia en vehículos N1 automáticos se realiza una investigación completa sobre la población con discapacitada para saber cómo es su movilidad de un lugar a otro sin necesidad de terceros cuyo objetivo general fue determinar la factibilidad de un diseño adaptable para todo tipo de vehículo menor de 3500kg ya que por ley solo se les permite la conducción bajo estos estándares.

Esta investigación de factibilidad y diseño de un prototipo determina que cantidad de pobladores sufren con estas deficiencias de paraplejia generando oportunidades de desarrollo en la vida cotidiana mejorando su movilidad en el país.

Mediante un software de diseño y pruebas de materiales se concluye que el prototipo del sistema es satisfactorio y no muy costos, los materiales son muy comunes y se los encuentra sin ningún problema en el país.

Abstract

The present study deals with the feasibility of a driving system for people with paraplegia in automatic N1 vehicles a complete investigation is carried out on the population with disabilities to know how their mobility from one place to another without necessity of third parties whose general objective was to determine The feasibility of a design adaptable for all types of vehicles less than 3500kg since they are only allowed by law to drive under these standards.

This research of feasibility and design of a prototype determines how many people suffer with these paraplegia deficiencies generating opportunities for development in daily life improving their mobility in the country.

By means of software of design and tests of materials it is concluded that the prototype of the system is satisfactory and not very expensive, the materials are very common and they are found without any problem in the country.

Objetivo General

Diseñar un sistema que permita la conducción de vehículos N1 para personas con paraplejia, para evitar la problemática de su movilidad, así determinando un diseño de calidad e innovación de sistemas adaptable para los vehículos.

Objetivos Específicos

- Conocer la cantidad de personas con movilidad reducida en todo el estado ecuatoriano para determinar porcentajes de personas minusválidas con sus extremidades inferiores.
- Identificar qué tipo de discapacidades hay en mayor porcentaje en el Ecuador.
- Conocer qué tipos de vehículos livianos son favorables para las personas minusválidas con movilidad reducida en sus extremidades inferiores.
- Obtener datos para implementar las adecuaciones o modificaciones necesarias para los vehículos N1.
- Identificar que implementaciones e innovaciones tecnológicas se pueden determinar para mejorar la calidad de vida en las personas para su movilidad propia con vehículos livianos.

CAPÍTULO I

1 Introducción

En la actualidad no se conocen estudios previos en la viabilidad y existencia de vehículos NI apropiados para la problemática situación de personas minusválidas ni en que porcentajes hay mayor número de discapacidad en el Ecuador, que posean y adquieran un vehículo para su movilidad propia ya estos sean adaptados o construidos de fábrica para que no tengan un factor más de limitación en su vida, investigando a que estatus pertenecen y que beneficios en el mercado automotriz existen, tomando como estudio vehículos livianos ya que hoy en día proporcionan altos índices de seguridad activa y pasiva.

Las personas con tipos de movilidad reducida tienen más ventajas con vehículos en los países desarrollados siendo vehículos con carácter exclusivo de un alto valor adquisitivo, observando así que esta parte vulnerable de la sociedad, tienen algunos beneficios de ley con ayudas políticas en parte económica en el Ecuador. Así dentro del estudio va acorde al perfil del ingeniero Mecánico Automotriz verificando que tipos de tecnologías se deben implementar e innovar para acoplar a los vehículos que servirán como medio de transporte generando solución de problemas y nichos de mercado descuidados, creando una oportunidad de vida nueva para la movilidad de personas discapacitadas, algunas marcas de vehículos cuentan con planes de diseño de vehículos destinados para el traslado y conducción de personas discapacitadas, modificando carrocerías y la parte mecánica del vehículo, con el propósito de generar un confort y accesibilidad, con implementaciones de grúas, rampas, asientos móviles, sistemas electromecánicos de aceleración, frenos y embragues, empuñaduras de volantes, comandos electrónicos.

1.1 Discapacidades en el Ecuador

La discapacidad, es una restricción o impedimento en la capacidad de realizar una actividad, bajo el parámetro de lo que es normal para un ser humano. Es una consecuencia o situación, con diferentes factores causales, habiendo por lo tanto, distintos tipos de discapacidad, como personas que sufren algún déficit de condición ya pueden ser en su parte física, intelectual o mental en forma de largo plazo o corto plazo o también son personas que nacen ya con algún tipo de este déficit. Afectándoles interactuar de una manera normal con las demás personas.

Según datos estadísticos del Consejo Nacional para la igualdad de discapacidades del Ecuador existen mayor porcentaje de personas con discapacidades en las provincia de Guayas seguida por Pichincha como se muestra en la Figura 1.1.

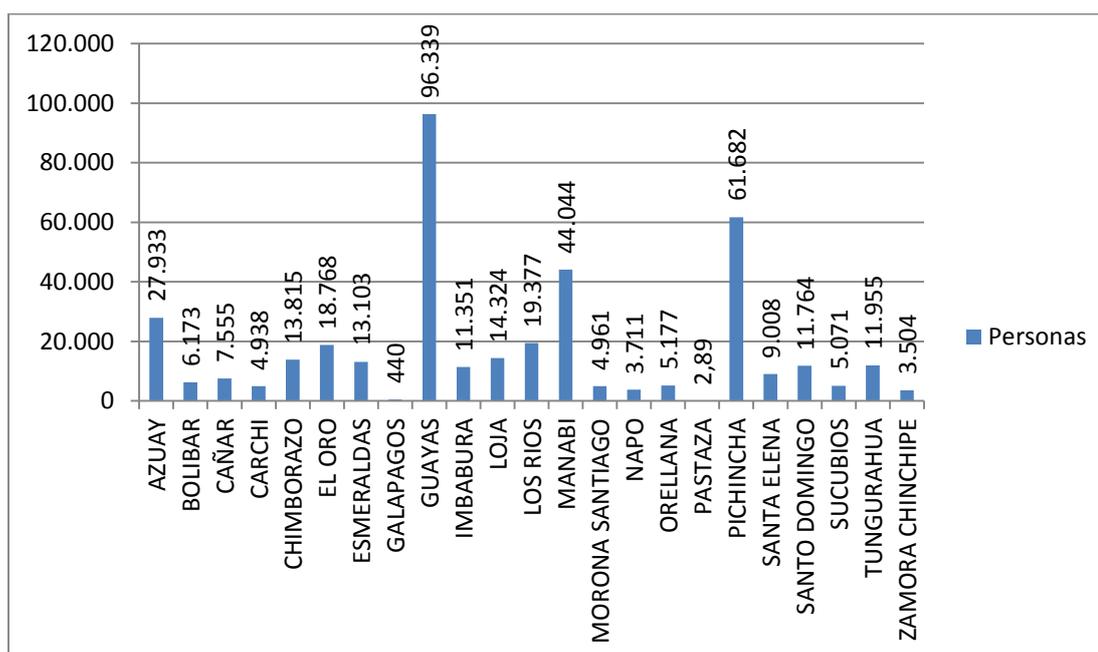


Figura 1.1 Personas con discapacidad por provincia
Fuente: Registro Nacional de Discapacidades Febrero 2016

1.1.1 Estudios cuantitativos en el Ecuador

En el Ecuador existen 408.026 personas con discapacidad registradas en el Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS), en cuanto se han implementado algunas políticas sociales

nuevas con reconocidos derechos y elaborados planes con normativas, generando estudios cuantitativos por:

- Provincia
- Tipo de discapacidad
- Grado de discapacidad
- Genero
- Edad

1.1.2 Estadísticas

En este punto se verifica las estadísticas que es necesario para el estudio del proyecto como son datos de provincia, tipo de discapacidades, Edad.

1.1.2.1 Tipos de discapacidad actuales en el Ecuador

Las discapacidades son restricciones en la capacidad de realizar una actividad, bajo parámetros normales de una persona, en el Ecuador según las estadísticas del CONADIS los tipos de mayor porcentaje son con el 47.52% de toda la población ecuatoriana sufren de discapacidades físicas seguidas con el 22.31% con discapacidades intelectuales y con el 12.72% con discapacidades auditivas así se determina que existe más deficiencias físicas dando un significado más a este estudio.

- Tipos de discapacidad

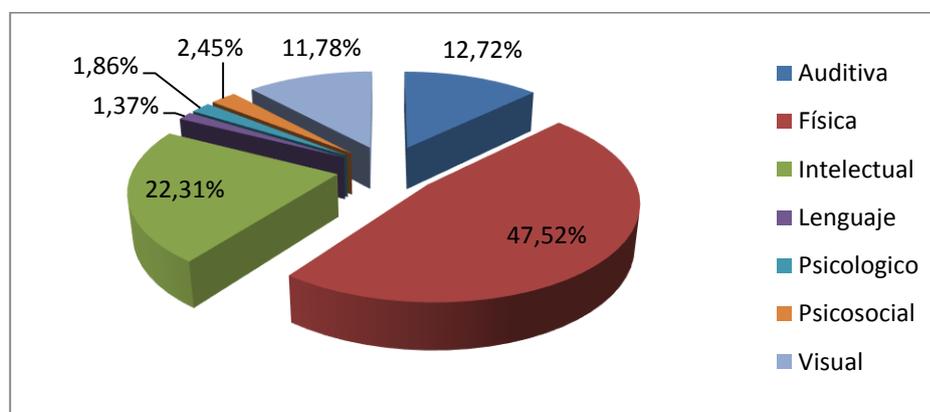


Figura 1.2 Tipos de discapacidades actuales en el Ecuador

Fuente: (Villamarin, 2016)

1.1.2.2 Tipos de discapacidades incluidas laboralmente en el Ecuador

La mayoría de personas de discapacitadas que trabajan a nivel nacional son más de 50.601 personas con deficiencias físicas de manera que el estudio de diseño de prototipo está orientado a ellas generando soluciones de movilidad mediante vehículos N1.

Seguido por 13.242 personas que trabajan con deficiencia auditiva y el índice más bajo es de personas con discapacidades de lenguaje 1.189 que trabajan a nivel nacional.

- Tipos de discapacidad incluidas laboralmente.

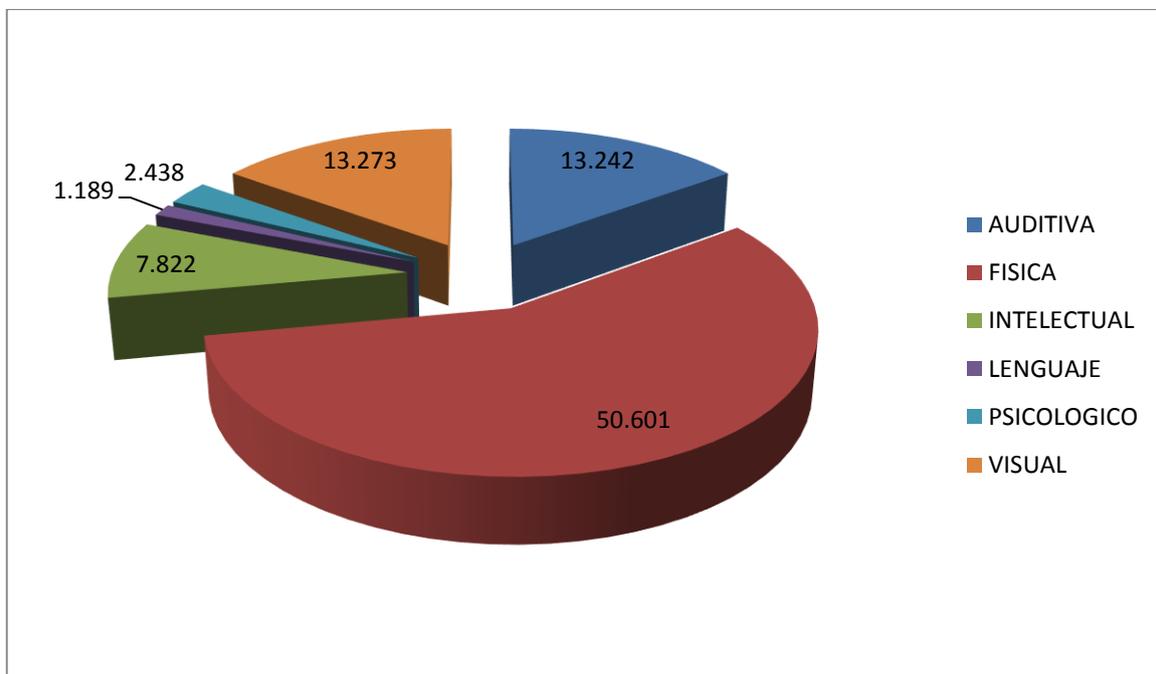


Figura 1.3 Tipos de discapacidades incluidas laboralmente
Fuente: (Villamarin, 2016)

1.1.2.3 Discapacidades por edad en el Ecuador

La mayor parte de personas discapacitadas son de 30 a 64 años en el Ecuador con un 46.33% seguido por personas que tienen más de 64 años con un porcentaje de 24.91% y lo que se trata de la población activa de 18 a 29 años con un porcentaje de 14.74%.

Siendo un porcentaje de 6.25 de menores de 13 a 17 años, comprobando que la mayor parte de personas discapacitadas están en la posibilidad de adquirir un vehículo N1 por edad.

- Discapacidad por Edad

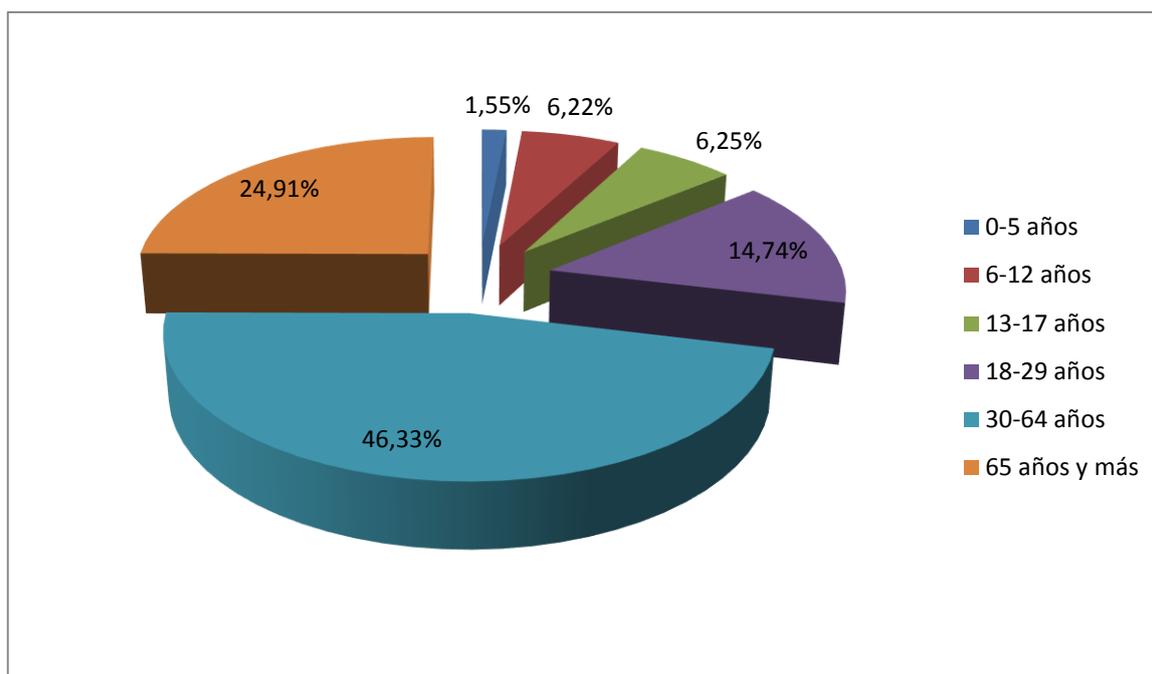


Figura 1.4 Discapacidad por edad en el Ecuador

Fuente: (Villamarin, 2016)

1.1.3 Movilidad y transporte de personas discapacitadas

En la actualidad en el Ecuador existen varios proyectos que buscan el buen vivir de los miles de discapacitados, la mayoría van dirigidos a todos en forma general y con sus diversos aspectos de su vida como es en lo social, económico, familiar, educación y salud. Pero no se enfocan en solucionar su movilidad de un lugar a otro ya sea transportándose por su cuenta o con algún familiar a cargo de su persona.

Esto ha mejorado notablemente las condiciones de muchas personas, pues facilitan su vida para ir a trabajar, estudiar, viajar entre otros aspectos.

Existen algunas leyes que ayudan al acceso de un vehículo para estas personas un déficit de movilidad.

Las habilidades de autonomía personal incluyen todos los comportamientos relacionados con el autocuidado, el aseo, la alimentación, el vestido, la higiene, la apariencia física, el realizar tareas del hogar, hacer recados, desplazamientos, etc. Estas habilidades hacen

posible que la persona se pueda desenvolver de forma independiente tanto en el cuidado personal como en las acciones cotidianas de la vida diaria. Uno de los agentes socializadores más importantes en la vida de un sujeto es sin duda la familia. La acción socializadora de la familia se va a extender a lo largo de un periodo muy considerable de la vida humana, no siendo suplantada sino complementada por la acción de otros agentes socializadores. La familia constituye el primer subsistema social donde observar y practicar roles, ofreciendo modelos en un contexto de seguridad y en los que confluyen elementos diferenciadores y, a la vez, sirve de molde de las relaciones sociales que se ofrecen en ámbitos más amplios. (Perez & Reyes, 2014)

Dependiendo del porcentaje de discapacidad, se puede acceder a ciertos beneficios tributarios que le expondremos a continuación. Los beneficios tributarios únicamente se aplicarán para aquellas personas cuya discapacidad sea igual o superior al cuarenta por ciento (40%), de conformidad con el Reglamento a la Ley Orgánica de Discapacidades que dictó el Presidente de la República.

1.1.4 Grado de discapacidad

Porcentaje para aplicación del beneficio por ley como se muestra en la tabla 1.1

Tabla 1.1 Beneficios de aplicación en pago de impuestos según el grado de discapacidad.

Del 40% al 49%	60%
Del 50% al 74%	70%
Del 75% al 85%	80%
Del 85% al 100%	100%

Fuente: (Perez & Reyes, 2014)

Las personas discapacitadas según el registro nacional de discapacidades del ministerio de salud pública del Ecuador según el último censo del 2 de febrero del 2016 son los siguientes como se muestra en la tabla 1.2 y figura 1.5.

Tabla 1.2 Personas según grados de discapacidad del Ecuador

Personas Por Grados de discapacidad	TOTAL
30% - 39%	71.851
40% - 49%	111.089
50% - 74%	144.168
75% - 100%	80.377
Total	407.485

Fuente: (Perez & Reyes, 2014)

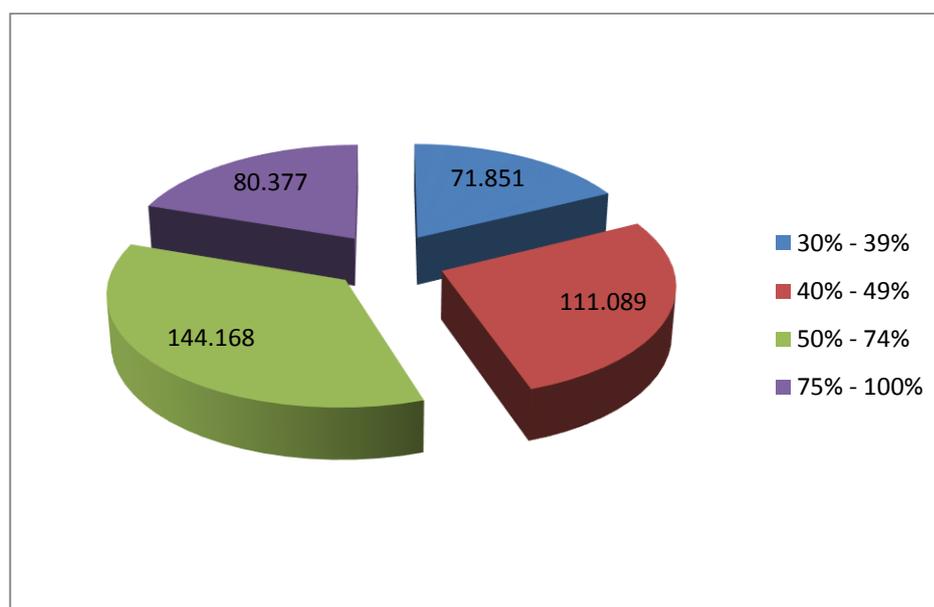


Figura 1.5 Personas por grado de discapacidad

Fuente: (Villamarin, 2016)

Como se observa en la Figura 1.5 y 1.6 la mayor parte de personas por grado de discapacidad son de 50% a 74% siendo el 35% del total de la población de personas discapacitadas seguido por el 27% de la población con el 40% a 49% por grado de discapacidad.

El porcentaje de discapacidad en lo que se trata de vehículos se debe obtener un carnet de discapacitados y la licencia de conducir tipo F, realizándose exámenes médicos, demostrar

capacidad económica, en este punto de economía muchas personas no pueden realizar compras e importaciones de vehículos.

Según el CONADIS el trámite actualmente dura cerca de dos meses e incluyen la obtención de varios documentos y certificaciones, cuyos procesamientos siempre se modifican y actualizan para mejorar los beneficios a las personas discapacitadas.

Para miles de personas registradas en el Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS) las leyes garantizan el acceso de importaciones de vehículos ortopédicos o automáticos de hasta 25.000 dólares y tres años de antigüedad con exoneración de impuestos.

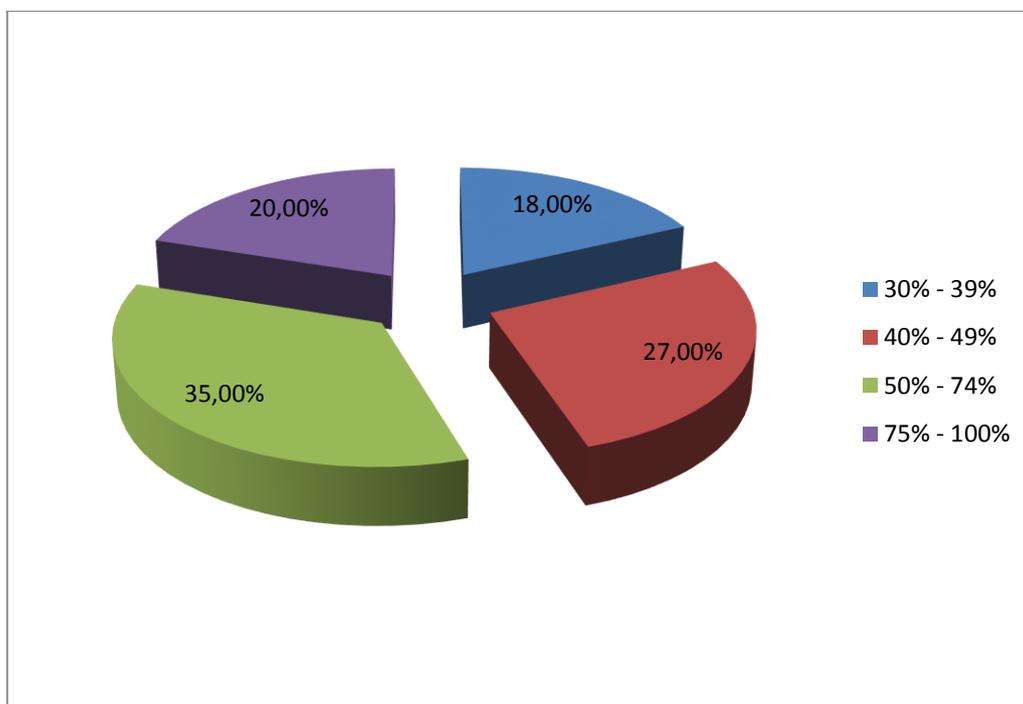


Figura 1.6 Personas por grados de discapacidad en Porcentajes
Fuente: (Villamarin, 2016)

1.2 Discapacidades

1.2.1 Tipos de Discapacidades y sus características

Según el CONADIS la discapacidad, es una restricción o impedimento en la capacidad de realizar una actividad, bajo el parámetro de lo que es normal para un ser humano. Es una

consecuencia o situación, con diferentes factores causales, habiendo por lo tanto, distintos tipos de discapacidad.

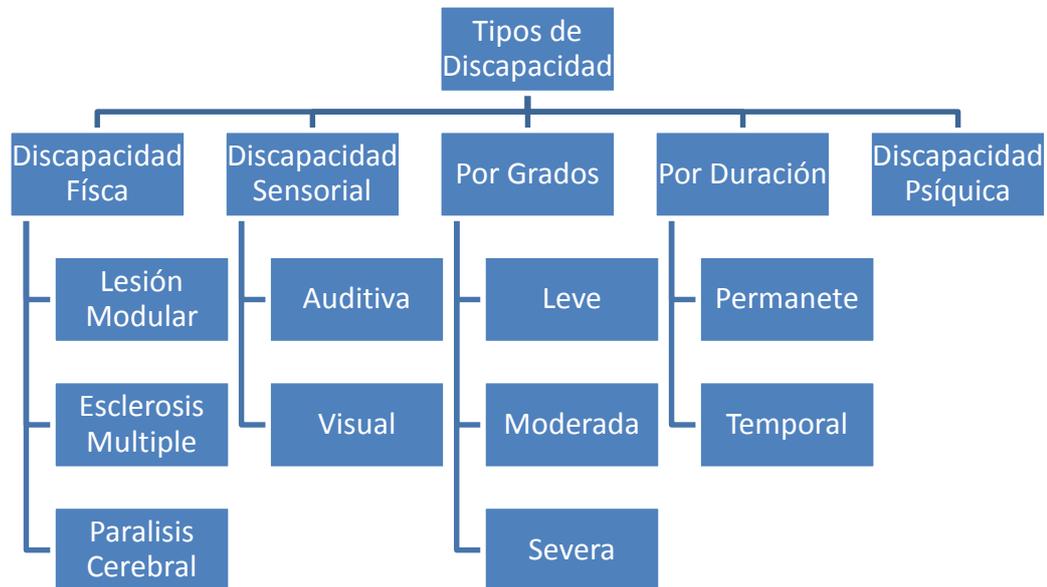


Figura 1.7 Tipos de Discapacidad
Fuente: (Social, 2014)

1.2.1.1 Discapacidad motriz

La Discapacidad Física (motora – motriz) quienes la padecen ven afectadas sus habilidades motrices, ejemplo: deficiencia completa en ambos ligamentos y fascias del muslo de las extremidades inferiores.

Señalar que estos tipos de discapacidad no son siempre fijos, una persona puede evolucionar o involucionar, pasar de un nivel severo a leve o de moderado a severo, el estudio del diseño y construcción del prototipo está dirigido para personas que tienen discapacidad física en las extremidades inferiores.

Haciendo referencia al estado de afección

Grave (50-95 %)

Completa (96-100%).

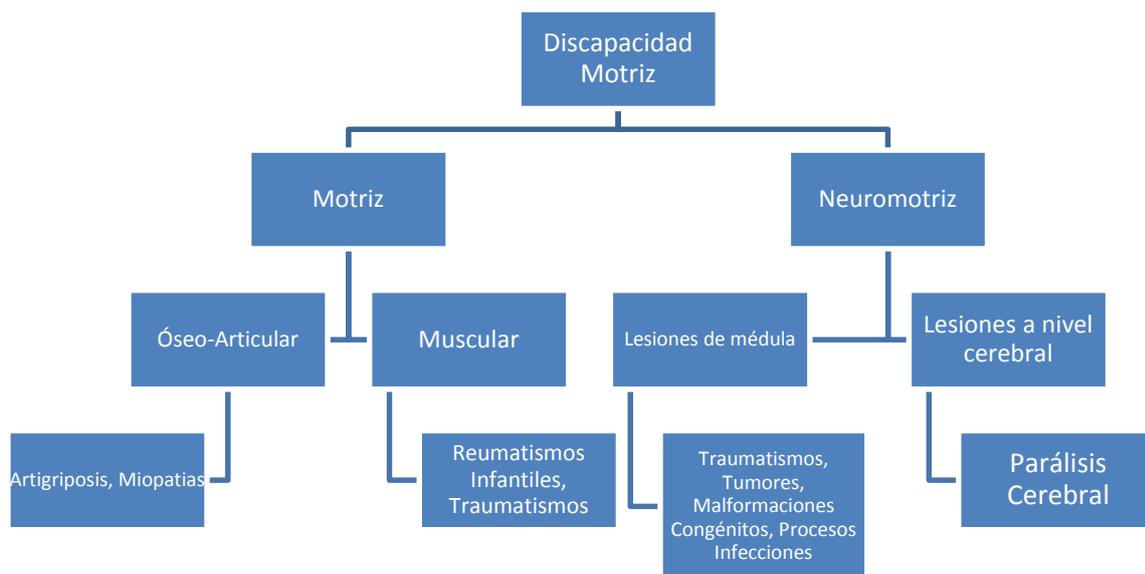


Figura 1.8 Clasificación de las discapacidades Motrices
Fuente: (Tecnica, 2012)

1.2.1.2 Discapacidad sensorial

La Discapacidad Sensorial se encuentra aquellas discapacidades relacionadas con la disminución de uno o varios sentidos. Como son las discapacidades visuales lo que es la carencia de visión o deficiencia de ella estas pueden ser por estructuras de los ojos, opacidad de la córnea, la retina, nervio óptico u otras como el glaucoma o la diabetes. También se encuentra la discapacidad auditiva que es la carencia o disminución de la capacidad auditiva existen tres tipos pérdida auditiva conductiva, pérdida auditiva sensorial y pérdida auditiva mixta.



Figura 1.9 Discapacidad sensorial
Fuente: (Tecnica, 2012)

1.2.1.3 Discapacidad intelectual o mental

La Discapacidad Psíquica (Mental, Intelectual, Cognitiva), que es una disminución en las habilidades cognitivas e intelectuales del individuo, aquí se encuentran con discapacidades como el Retraso Mental, Síndrome de Down.



Figura 1.10 Simbología de discapacidad Intelectual
Fuente: (Tecnica, 2012)

1.2.2 Causas de discapacidades

Las principales causas de discapacidades en el Ecuador según el (CONADIS) son:

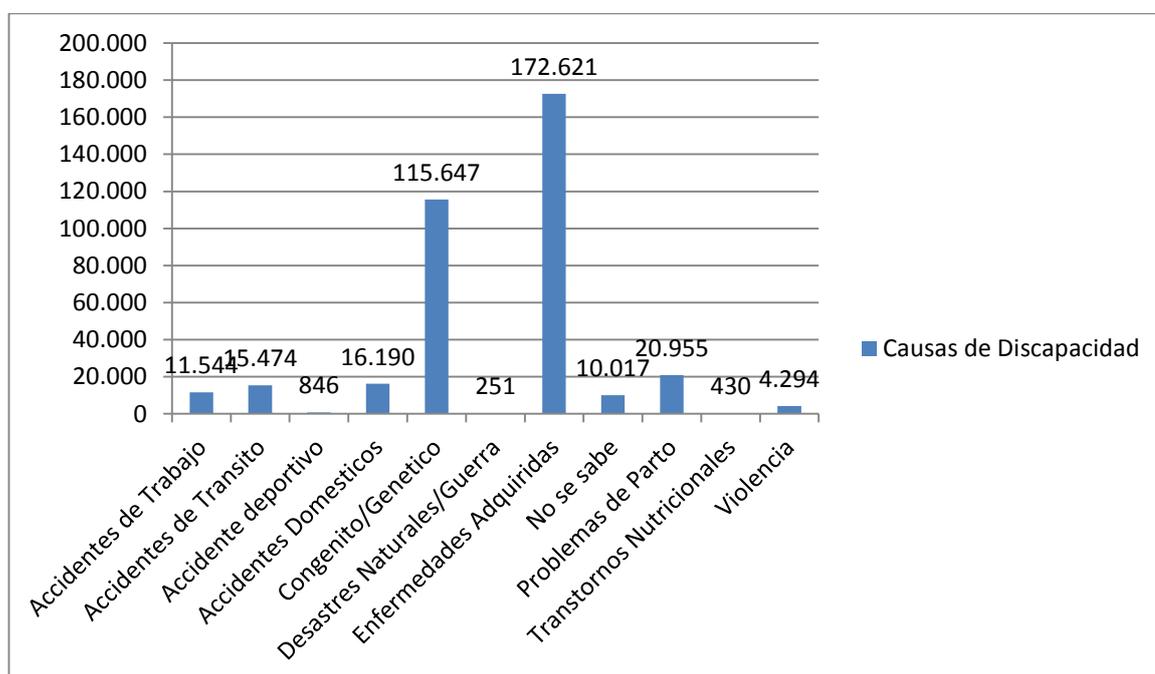


Figura 1.11 Causas de discapacidad en el Ecuador
Fuente: CONADIS 2016

- Como se observa en la Figura 1.11 las causas de mayor índole son enfermedades adquiridas durante el transcurso de la vida de las personas ya sea factores de

infecciones o infestaciones, como la diabetes del adulto, ciertas enfermedades intestinales etc.

- Seguido por las enfermedades congénitas que son producidas desde el nacimiento, ocurren mediante el desarrollo del embrión, durante el parto, o como consecuencia hereditaria.
- Las siguientes discapacidades de mayor índole son por accidentes de tránsito, laborales y deportivos
- Siendo la gran mayor parte de discapacitados por problemas físicos 47.52% del total de personas con discapacidad en el Ecuador.
- Como se observa en la Tabla 1.3 indica la población del Ecuador con discapacidad física y motora como parálisis y amputaciones causando paraplejia, tomado datos del INEN según Provincia, Cantón, Parroquia y Área de empadronamiento.

Tabla 1.3 Población por condiciones Físico-Motoras (Paraplejia)

	Total
URBANO	270.313
RURAL	162.130
Total	432.443

Fuente: INEN

CAPÍTULO II

2 Investigación de vehículos N1 apropiados para adaptaciones

Los vehículos se encuentran categorizados de acuerdo al reglamento de clasificación de vehículos según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) identificados según sus características de diseño y uso (Anexo 1) aplicada esta norma a todos los vehículos en circulación terrestre.

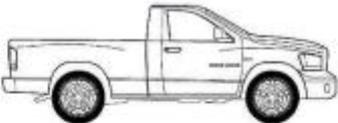
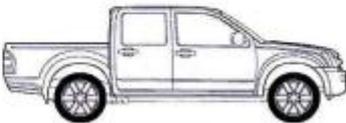
SED	M1	SEDAN 	Un sedán tiene un techo fijo hasta el parabrisas trasero, consta de tres volúmenes. Tiene 4 puertas y consta hasta 5 plazas.
CMT	N1	CAMIONETA  	Una camioneta (pickup) es un vehículo especialmente diseñado para carga, con un volumen definido para carga, con un PBV de hasta 3.5 Ton. El habitáculo de pasajeros puede ser cabina simple, doble cabina o cabina y media.

Figura 2.1 Vehículos CMT N1 y SED M1
Fuente: (INENE, 2012)

Por lo general en la normalización internacional se toma a todos los vehículos N1 como vehículos de 3.5 toneladas a menos.

Para la adaptación de vehículos para personas discapacitadas un punto muy importante es la seguridad y se tiene en cuenta a todos los vehículos de transporte para personas con PMR (personas con movilidad reducida), los puntos a tomar en cuenta son:

- **Funcionalidad:** Las adaptaciones deben garantizar el funcionamiento normal de la dirección, señalización, cambio de marchas, aceleración y frenado.

- **Accionabilidad:** Proporcionar facilidad para la manipulación de los mandos y será determinada por los organismos oficiales competentes.
- **Reversibilidad:** Las instalaciones con las adaptaciones no deben afectar de modo irreversible a ningún órgano original del vehículo.
- **Mantenimiento:** Las modificaciones no deberán afectar normalmente las revisiones periódicas del vehículo.
- **Versatilidad:** Las instalaciones permitirán que el vehículo pueda ser conducido por cualquier persona.

El proceso de definición de las adaptaciones técnicas necesarias que se deben realizar en un vehículo para que pueda ser conducido por un discapacitado físico, debe basarse en la interacción de dos ramas de la Ciencia, como son la Medicina (en sus especialidades de Rehabilitación y Traumatología) y la Ingeniería de Vehículos, de forma que se conjuguen por un lado las necesidades que desde el punto de vista médico requiere cualquier discapacitado físico para conducir, y por otro las adaptaciones mecánicas que son necesarias para adecuar los mandos al conductor. Aunque el espectro de las reformas y adaptaciones que pueden realizarse sobre un vehículo es muy amplio, se pueden definir las reformas realizadas en los vehículos para ser conducidos por discapacitados (UNE 26450-95), como aquellas modificaciones y/o sustituciones de los dispositivos de accionamiento de los mandos que permiten asegurar las funciones básicas de la conducción. Los diferentes tipos de mandos, una vez tipificados, son susceptibles de combinarse entre sí, para poder dar de este modo soluciones concretas a problemas de conducción reales. De un modo genérico, se pueden clasificar las adaptaciones en función del sistema de control del vehículo del cual están modificando la configuración, como: adaptaciones de los mandos de la dirección, de los mandos del freno, de los mandos del embrague, de los mandos del acelerador, del cambio de velocidades y adaptación de los mandos complementarios. (Ruiz, 2013)

Debe tenerse en cuenta que la adaptación está concebida exclusivamente para conseguir que el discapacitado pueda realizar la función de conducción que su defecto le impide, por lo que el diseño de un mando adaptado debe contemplar en qué condiciones va a ser accionado, y proporcionar unas cualidades óptimas de accionamiento, teniendo en cuenta tanto los aspectos mecánico-resistentes como la ergonomía de la conducción. Hemos llegado pues, al punto en el que se deben establecer las relaciones entre la discapacidad y las adaptaciones que solucionen la misma, desde el punto de vista de la conducción. (Ruiz, 2013)

Esta relación no siempre existirá, bien sea porque los desarrollos tecnológicos no han llegado todavía a ofrecer soluciones eficientes a un precio competitivo o bien, simplemente, porque la legislación impide la conducción a determinadas deficiencias aunque técnicamente si que se disponga de soluciones. Para establecer dicha relación, se debe seguir un cierto proceso lógico, a saber:

1. Determinación de la deficiencia física.
2. Determinación de la función de conducción sobre la que influye la discapacidad que genera esa deficiencia.
3. Análisis de las posibles soluciones técnicas sobre el mando, contrastado con las capacidades residuales del sujeto.
4. Valoración de la experiencia tradicional en el montaje y uso de adaptaciones para una determinada deficiencia.
5. Determinación de las posibles soluciones en orden de preferencia.

2.1 Cuantificación de vehículos N1 y M1 en el Ecuador para personas discapacitadas

En el mercado ecuatoriano existen diferentes marcas y casas comerciales grandes de vehículos y cada casa comercial ofrece beneficios de exoneración de impuestos en la adquisición de

dichos vehículos por lo general se realizan compras de vehículos sin adaptaciones ya sea por desconocimiento o cultura, para que un tercero lo maneje ya sea un familiar u otro y traslade a la persona con discapacidad. Una de las empresas emprendedoras en la movilidad de las personas discapacitadas en el país es MARESA ya que ofrece vehículos adaptados desde su fabricación bajo la marca Maresa Mobility, la empresa ensambladora e importadora de autos lanzó el 6 de noviembre del 2014 una nueva línea de vehículos adaptados para personas con discapacidad.

El programa tiene como objetivo la inclusión en la conducción de autos de personas que no pueden utilizar alguna de sus extremidades o que tengan amputado alguno de sus miembros. En esa línea se han realizado nueve distintos tipos de adaptaciones para personas con discapacidad en el modelo Fiat Palio Essence 1600, indicó el director de Marketing de Maresa, Santiago Gordillo. Este vehículo es importado por Maresa desde Brasil y en su planta ensambladora se instalan las modificaciones que requiera el cliente. Por ejemplo, si una persona no puede utilizar sus piernas, se instalan dispositivos para que la aceleración y frenado de los vehículos se realice a través de controles y botones que puedan ser operados manualmente. Estos vehículos fueron probados por personas con discapacidades y las adaptaciones fueron desarrolladas por técnicos extranjeros. Gordillo indicó que en un futuro se espera adaptar este tipo de dispositivos en otros modelos.

El costo del vehículos con las adaptaciones parte de los USD 16 500 e incluye las exenciones arancelarias y a otros impuestos como el IVA, el ICE y el ISD al que tienen acceso las personas con discapacidad.

La importación de este tipo de autos con las exenciones de impuestos demora entre 4 a 5 meses debido a los trámites que deben realizar las personas con discapacidad para poder acceder a los beneficios, indicó Gordillo. El presidente ejecutivo de Maresa, José Barahona,

indicó que a diferencia de otras adaptaciones de vehículos para personas con discapacidad, el programa Maresa Movility ofrece cuatro años de garantía para el consumidor.

El vehículo y el proceso de ensamblaje de dispositivos están respaldados por tecnología para este tipo de necesidades. Del evento de lanzamiento del programa Maresa Movility también participó Saúl Mendoza, atleta mexicano con discapacidad que obtuvo la medalla de oro de los juegos paraolímpicos de Sidney 2000. Mendoza dio una charla de motivación para la superación de barreras personales y la consecución de metas en base del cambio de hábitos y el sacrificio. (Araujo, 2014). Participación de vehículos N1 y M1 en el mercado ecuatoriano en las marcas más comerciales se realiza una investigación contactando a asesores comerciales de las casas comerciales y dan un estimado de 1 a 10 dando a conocer que vehículos son los más cotizados o comprados por personas con discapacidad.

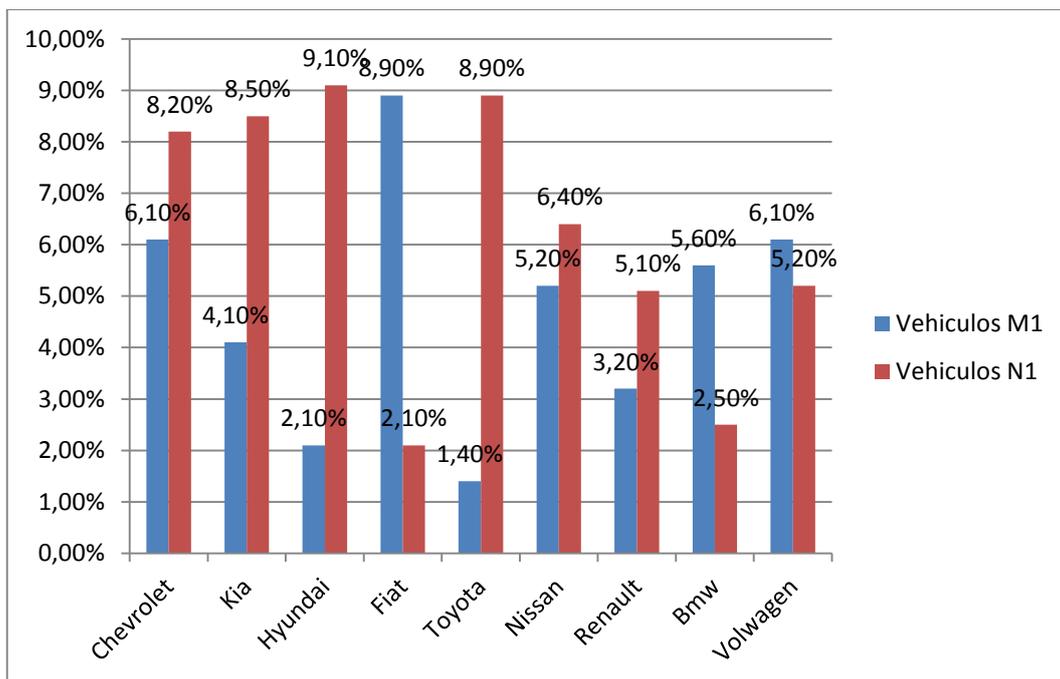


Figura 2.2 Vehículos N1 y M1 más vendidos en el Ecuador

Fuente: Pulupa Luis

2.1.1 Análisis de mercado en marcas de vehículos más vendidos para personas discapacitadas

La información obtenida por las casas comerciales más importantes de Quito dan a conocer que los vehículos N1 son los más cotizados para personas discapacitadas, la información que las tres marcas más comerciales dan a conocer es que las importaciones de vehículos adaptados para personas discapacitadas no están disponibles, que por lo general se importan sin dichas adaptaciones de un porcentaje de 1 a 10 por ciento siendo un tope promedio de 9 por ciento de las marcas principales más vendidas son los vehículos N1 en lo que es la marca Fiat representan en vehículos N1 ya que ellos importan directamente de su fabricación de Brasil ya vehículos equipados y adaptados para personas discapacitadas y vehículos de alta gama como son Mercedes Benz y BMW son un porcentaje de cotización bajo en vehículos N1 para personas discapacitadas.

Por lo general en lo investigado en cada casa comercial las personas con índices de discapacidad solicitan autos crossover en las marcas más vendidas ya sean por el precio o vehículos todo terreno ya sean por comodidad en su espacio interior

2.2 Normas de seguridad vial en vehículos adaptados

Las adaptaciones realizadas sobre los mandos primarios, tanto en EE.UU. como en Europa, se han llevado a cabo desde los años 40, como una simple extensión mecánica del accionamiento de los pedales originales a las manos, de forma que permitían al conductor manejar. Según normas americanas se clasifican los mandos de un vehículo en primarios (de Tipo A o B) y accesorios.

- Mandos primarios de Tipo A (freno, acelerador y sistema de dirección) serían todos aquellos que permiten al conductor actuar directamente sobre la dirección y modificar la velocidad del vehículo en movimiento

- Mandos primarios del Tipo B (selector de velocidades, dispositivo de arranque, palanca de las intermitentes, bocina, control de las luces, control de los espejos retrovisores, etc.), serían aquellos que operados por el conductor, son necesarios para conducir el vehículo de un modo seguro en diferentes situaciones de tráfico. (Ruiz, 2013)

Según Juan Dols Ruiz los mandos de accesorios, son aquellos que no están relacionados con el movimiento del vehículo, y que operados por el conductor o un pasajero, permiten controlar el entorno del habitáculo, como el control del aire acondicionado, radio e incluso aquellos dispositivos usados para la transferencia a/desde la silla de ruedas, o el propio anclaje de ésta al suelo. El prototipo tiene mandos primarios de Tipo A y B, que hacen referencia al acelerador-freno y embrague respectivamente, proporcionando al conductor un control del movimiento del vehículo por intermedio de un sistema de mandos ubicados en el volante y palanca de cambios.

2.3 Diseño de vehículos para discapacitados

Los diseños más comunes en los mercados mundiales son palancas como acelerador y freno reemplazando los pedales de un vehículo común, y estos mandos no han contado un impedimento a la capacidad de conducir en tránsito solamente se trata de conducir con mecanismos distintos, estos diseños son el principio para trabajar con nuevos diseños de desarrollo y adaptaciones con diversas herramientas para la conducción.



Figura 2.3 Diseños de conducción
Fuente: (Ferreira, 2012)

2.3.1 Entre las adaptaciones más comunes en el mercado encontramos:

2.3.1.1 Unidad de Control Manual

Esta adaptación permite conducir un vehículo a personas que carecen de movilidad en sus extremidades inferiores. Este sistema consta de un doble dispositivo que transforma los mandos de los pedales de acelerador y freno, en un mando manual, el cual consiste en una palanca ubicada detrás del volante que es operada con una sola mano. (adaptadas, 2016)

El acelerador funciona a través de un mango que es instalado en el exterior de la palanca, como el freno de las motocicletas y el frenado es proporcional a la presión ejercida sobre la palanca.

2.3.1.2 Instalar sistemas manuales

No es necesario cambiar las características del vehículo, el único requisito es que el auto cuente con transmisión automática.

Adaptación de puertas; otro gran obstáculo con el que se encuentran las personas con discapacidad a la hora de conducir, es el ingreso a su vehículo. Para superarlo, se ofrecen los sistemas de puertas de apertura opuesta. Además, es posible agregar la adaptación de un sistema de elevador automático colocado por debajo del vehículo, unido a la apertura y cierre automático de las dos puertas, logrando que el conductor pueda disfrutar de un acceso totalmente independiente a su auto y conducirlo sentado en su propia silla de ruedas.

2.3.2 Controles electrónicos

Mediante una palanca tipo Joystick, es posible controlar todos los movimientos del vehículo, aunque son excesivamente caros y muy complicadas de instalar y para estos dispositivos se necesitan homologaciones según el tipo de país.

2.3.3 Sillas de ruedas motorizadas eléctricas

Se adaptan al vehículo retirando el asiento original y colocando mecanismos para recibir al asiento de la silla eléctrica y liberándose del mecanismo eléctrico.

2.3.4 Adaptaciones de modificaciones para ingreso a vehículos

Adaptación de rampas para el acceso de sillas de ruedas, retiro de los asientos para mayor comodidad, inversor de intermitentes, cambio de luces al pie, embrague automático, cambio de velocidad en el volante, elevación del techo para que entre una persona en su silla de ruedas y alargamiento de pedales, entre otros. (Ferreyra, 2012)

2.4 Razones técnicas que se consideran para desarrollar modelos para movilidad

Las razones principales de la movilidad de personas discapacitadas es la seguridad integral de ellas y de los demás usuarios de la vía ya sean conductores o peatones ya que se desenvolverán en el libre tránsito actualmente existen compañías internacionales que homologan vehículos para personas con distintas discapacidades especiales con nuevas tecnologías algunas modificaciones técnicas para el manejo de estos automotores son:

- **Volante adaptado:** Es una de las partes más indispensables ya que este es el que dará la movilidad donde se dirigirá el vehículo y el usuario deberá poder manipularlo de algún modo seguro. Para maniobrar un volante se debe tener un buen estado de fuerza de toda la extremidad superior, desde los hombros hasta la muñeca y manos. Existen diferentes adaptaciones para la dirección que hacen fácil su uso como perillas integradas al volante que ayuda mucho a personas amputadas o con fuerza deficiente.
- **Control de pedales:** Por lo general los vehículos que se usa para discapacitados son automáticos es decir solamente tiene dos pedales no es necesario de un embrague que es necesario para el cambio de velocidades, los pedales se pueden adaptar según la

funcionalidad que tenga la persona, como pedales de acelerador al lado contrario o para que se muevan mediante la manipulación con palancas.

- **Controles de seguridad:** Estos controles ayudan a la seguridad del usuario como los que son necesarios para manejar en tráfico como espejos retrovisores extras o distintas dimensiones luces direccionales con pulsadores manuales, encendido de luces, limpiaparabrisas y más aplicaciones dependiendo de la discapacidad que posea la persona.

2.5 Diseños y construcciones de sistemas

Existen algunos diseños para el transporte de personas que se trasladan en sillas de ruedas o sin ellas algunas instalaciones a nivel mundial son las siguientes:

- Vehículo con sistemas de suspensión de arrodillamiento lateral/posterior
- Plataformas elevadoras para vehículos como rapas automatizadas, escalones regulables.
- Anclajes para sillas de ruedas en el interior del vehículo con cinturones de seguridad.
- Adaptaciones de la carrocería como elevación del techo, apertura de puertas automatizadas, plataformas elevadoras.
- Adaptaciones para el control de mandos del vehículo como reformaciones de la dirección, mandos de freno, acelerador y dispositivos complementarios.
- Elementos de seguridad como cinturones, anclajes y reposacabezas.
- Asientos de vehículos y cojines elevadores como asientos de transferencia del conductor desde el exterior del vehículo
- Ubicaciones de sillas de ruedas dentro del vehículo.

2.6 Equipos para personas discapacitadas

En el mercado mundial existen diferentes tipos de equipos adaptados de fábrica y otros no ya que hay lugares especializados que se dedican a adaptar los equipos según la necesidad de cada persona discapacitada existen diferentes tipos de equipos como los siguientes.

1. Equipos de accionamientos mecánicos.
2. Equipos de accionamiento electrónicos.
3. Equipos de seguridad extras con sensores, actuadores o infrarrojos.

2.6.1 Parámetro de selección de Equipos para Adaptaciones

a) Costos

Es el costo o el gasto económico que representa la fabricación del producto estableciendo ya el precio del equipo ya adaptado en el vehículo listo para funcionar en este caso el precio al público es la suma del costo más el beneficio.

b) Mantenimiento del Equipo

A lo que refiere en el mantenimiento es que tan complicado seria realizar un mantenimiento preventivo o correctivo del sistema ya adaptado también los costos o se requiere un servicio especializado para realizarlo.

c) Utilidad

Los equipos se miden por la utilidad si satisfacen las necesidades del cliente y de sus terceros ya que por lo general un automóvil es familiar y de transporte observando si cumple con la funcionalidad a cabalidad al momento de ser usados.

d) Seguridad

Es una parte importante y tomada muy en cuenta por fabricantes de los equipos ya que deben cumplir ciertas normas de seguridad, y por lo general los clientes siempre buscan en su vehículo una seguridad activa y pasiva.

Tabla 2.1 Equipos a evaluar.

1	Equipos Mecánicos
2	Equipos Electrónicos
3	Equipos de Seguridad

Fuente: Luis Pulupa

Para la elección de los parámetros se califican del 1 al 3 siendo como 1 malo, 2 regular y 3 bueno así generando una calificación acorde al mercado ecuatoriano siendo como de mayor porcentaje el costo del sistema con el 45%.

Tabla 2.2 Parámetros de selección de Equipos de adaptación.

		Equipos Mecánicos	Equipos Electrónicos	Equipos de Seguridad
Costo	45%	3	1	1
Mantenimiento	20%	2	1	1
Utilidad	15%	3	3	3
Seguridad	20%	2	2	3
TOTAL	100%	10	7	8

Fuente: Luis Pulupa

En la calificación de parámetros da como resultado con mayor puntaje los equipos mecánicos ya que son de menor costo que los demás y de utilidad similar en seguridad no se

queda ninguno atrás y de mantenimiento es más sencillo y lo podría realizar cualquier taller sin necesidad de que sea especializado.

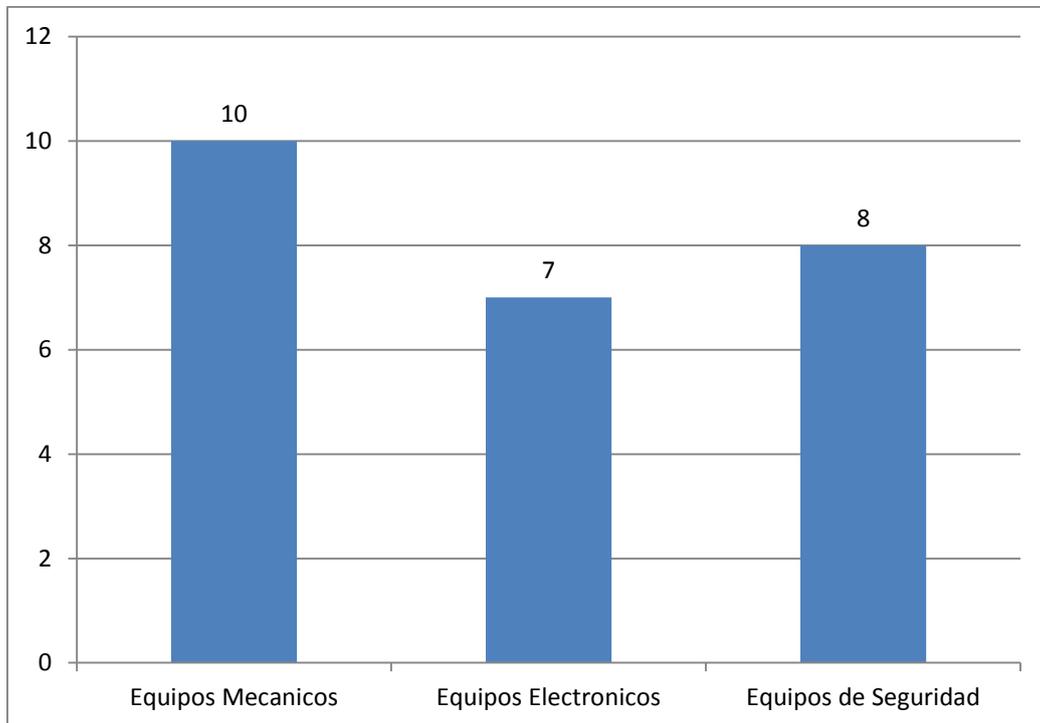


Figura 2.4 Barras de porcentaje de equipos a adaptar.
Fuente: Luis Pulupa

2.6.1.1 Análisis de equipos mecánicos para personas discapacitadas

Según el análisis de los equipos de adaptación a los vehículos en mayor porcentaje son equipos mecánicos con una calificación de 10 ya que en costos no son muy elevados, son accesible y adaptables a cualquier vehículo y más aún en vehículos automáticos, en otro porcentaje mayor es la seguridad ya que de ellos depende la integridad de cada individuo, siguiendo como ultimo los sistemas electrónicos ya que estos son muy costosos y a igual que los mecánicos realizan las mismas funciones.

2.6.2 Sistemas de accionamientos mecánicos para acelerar y frenar

Los aspectos mecánicos son buscar las fuerzas necesarias para el accionamiento de los pedales, espacios seguros para las adaptaciones he instalación mecánicas de estos sistemas buscando palancas y poleas para dar diferentes torque para mejorar la fuerza de accionamiento, por lo general se usan varillajes y cables de accionamiento como se muestra en la Figura 2.5.



Figura 2.5 Pedales con accionamiento mecánico
Fuente: (Automovil, 2015)

2.6.3 Sistemas electrónicos en el acelerador y freno

Los sistemas electrónicos para acelerar el vehículo es una tecnología nueva que está empezando a ser utilizada en los vehículos nuevos de gama media a alta y estos sistemas son aplicables a vehículos para personas discapacitadas ya que funciona con sensores y actuadores. Las características generales de estos equipos de adaptación son presentadas mediante conexiones de interfaz a la computadora del vehículo o mediante la actuación de un motor en el pedal del acelerador. En el mercado internacional existen empuñaduras especiales que aceleran de forma radial y frenan como una manilla de moto como se muestra en la figura 2.6.



Figura 2.6 Push – Pull acelerador electrónico, Freno Mecánico
Fuente: (adaptadas, 2016)

2.6.4 Sistemas de accesibilidad al vehículo

Los sistemas de accesibilidad es una parte fundamental para los constructores de vehículos para discapacitados ya que el vehículo se convertirá una herramienta fundamental para ellos ya que es su movilidad es reducida y es necesario la manera más factible de entrar al vehículo evitando un acción de gran esfuerzo ya sea como comúnmente guardar la silla de ruedas.

2.6.4.1 Sistemas de accesibilidad mecánicos y electrónicos al vehículo.

El acceso al vehículo es una parte fundamental del estudio ya que sin tener un buen acceso no se llegara a lo fundamental lograr la manipulación correcta de los controles de movilidad del mismo por lo general se construyen plataformas elevadoras laterales o posteriores al vehículo, rampas o escalones según normas europeas para las homologaciones de vehículos modificados para personas discapacitadas deben tener pendientes inferiores a los 30 grados si se usan con acompañantes y de 10 grados si se usan autónomamente con una anchura mínima de 70 cm dichas rampas deben soportar un peso estimado de 250 kg apoyados en el centro de la rampa y

de igual forma se debe estandarizar el ingreso de alto que va desde el 1.30 metros y de igual manera la apertura de las puertas de acceso de un mínimo de 90 grados.

Algunos sistemas se realizan hasta como transferencia de sillas de ruedas al asiento, incluso recogiendo y desmontado la silla de ruedas colocándola al lado de las persona. En el mercado existen sistemas de rampas electro hidráulicas como muestra en la figura 2.7.



Figura 2.7 Entradas por plataformas para personas discapacitadas
Fuente: (adaptadas, 2016)

2.6.5 Sensores de distancia y de frenado anticipado

Estos sistemas son de última generación llamados asistencia a la conducción, para vehículos de personas discapacitadas que dispongan de estas asistencias serían muy útiles ya que la seguridad es lo más importante en todo ámbito de conducción. L

Las metas que buscan estos sistemas es alertar contra posibles impactos de frente con sistemas de cámaras a bordo en el parabrisas y sensores de radar de posición gracias a estas funciones los sistemas reconocen situaciones de peligro rápidamente y de manera más segura y en caso de emergencia activar el freno de emergencia a tiempo de impactar de frente.



Figura 2.8 Sistemas (EBA Asistencia de frenado de emergencia)
Fuente: (Man, 2015)

Estos sistemas se están empleando en camiones MAN también utilizan la luz de freno, se activa también la señal de freno de emergencia ESS (Emergency Stopping Signal): el sistema de intermitentes de emergencia alerta a los demás usuarios de la vía con una frecuencia superior de intermitentes sobre la situación de emergencia y reduce de esta manera el peligro de que se produzca un impacto.

El sistema de asistencia de frenado de emergencia con fusión de sensores es uno de los equipamientos de serie de todos los vehículos de MAN, que a partir de noviembre de 2015 será obligatorio para todas las matrículas nuevas. La tecnología cumple ampliamente ya ahora las exigentes exigencias de la UE que entrarán en vigor en noviembre de 2018.

Con ello, los clientes de MAN ya se benefician hoy de un sistema con futuro y que mantiene los valores. (Man, 2015)

Este sistema también cuenta con delimitadores de carril informando cuando se desvía involuntariamente de su carril así generando señales en el tablero visuales y sonaras al conductor para que corrija con el volante de igual forma funciona con la cámara colocada en el retrovisor y de igual manera BMW está generando una tecnología de que enviara señales al volante de vibración cuando sea necesario corregirlo, esta cámara cubre una zona de 50 metros hacia adelante del vehículo esta cámara detecta señalizaciones de carril a ambos lados y envía

a la unidad de control los datos necesarios para calcular la línea necesaria ideal para la conducción.



Figura 2.9 Sistemas de cambio de carril
Fuente: (Gutierrez, 2016)

2.6.6 Sensores de estacionamiento por GPS

Estacionar cualquier tipo de vehículo es una maniobra muy complicada debido a la gran demanda de espacios seguros y más aún para personas discapacitadas también la gran cantidad de vehículos circulando se dificulta más aun el estacionar un vehículo.

Hoy en la actualidad distintos fabricantes se han dedicado a desarrollar tecnologías de sistemas de ayuda para parquear.

Estos sistemas ayudan a estacionar el vehículo en espacios apropiados para ellos, el conductor solo activa el sistema y este empieza a estacionarse, dicho sistema se basa en unos dispositivos de ultrasonido colocados estratégicamente en el vehículo con ellos detecta posiciones de autos señales bordes de los carriles, con estos sensores el auto puede detenerse o advertir al conductor si está muy cerca a otro vehículo.

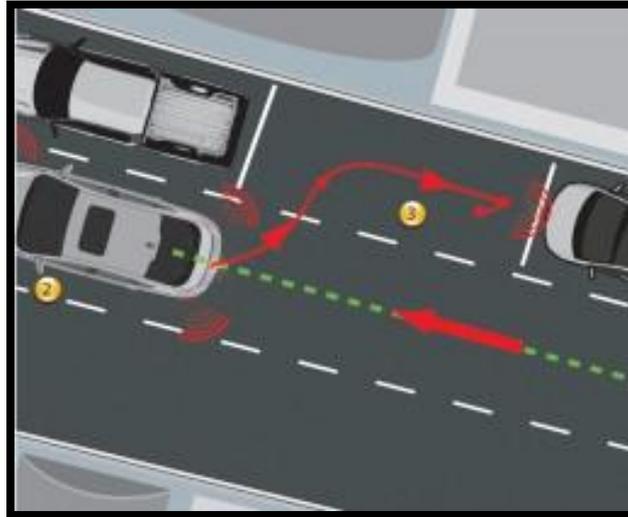


Figura 2.10 Infrarrojos de auto parqueo
Fuente: (magazine, 2016)

Los sistemas trabajan mediante ultrasonido con ondas sonoras cuya frecuencia es superior al margen de audición humano, este dispositivo emite pulsos ultrasónicos que rebotan en los objetos alrededor del vehículo. Los ecos son recibidos por receptores que procesan y generan una visión tridimensional del área, realizando un barrido de 360 grados alrededor del vehículo así mostrando el lugar para estacionarse apropiado mostrando en el tablero el lugar.

2.6.6.1 Cómo funciona el sistema de parqueo

El conductor activa el sistema tras pulsar un botón del panel que activa los sensores de ultrasonidos para medir e identificar un posible espacio de estacionamiento en paralelo.

A continuación, el sistema le pide al conductor que acepte la ayuda automática que le ofrece. De esta manera, es el propio sistema quien se hace cargo de calcular los movimientos, aunque el conductor aún opera los pedales de acelerador y de freno. Los sistemas visuales y/o auditivos asesoran al conductor sobre la proximidad de otros vehículos, objetos y personas, al mismo tiempo que proporciona instrucciones. Mientras el sistema se encarga de estacionar el auto, el conductor sigue siendo responsable de la seguridad de la maniobra de estacionamiento y es capaz de interrumpir el proceso con sólo tomar el volante. Una vez activado, el asistente

de aparcamiento toma control de la dirección del vehículo, el conductor debe colocar el vehículo para comenzar la maniobra de estacionamiento, soltar el volante y seguir las instrucciones del sistema para manejar el acelerador y el freno. Al final de la maniobra el conductor debe tomar la dirección para ajustar la distancia del estacionamiento. (magazine, 2016)



Figura 2.11 Active Park
Fuente: (magazine, 2016)

2.7 Vehículos factibles para modificaciones en el Ecuador para personas discapacitadas

Hoy en día existen muchos vehículos factibles para adaptaciones para discapacitados ya que la tecnología favorece a muchos de ellos con sistemas electrónicos y transmisiones automáticas que no se necesita mayor esfuerzo para maniobrarse en lo que se refiere autos más vendidos y cotizados para personas discapacitadas está en la marca Chevrolet el modelo Captiva y Traker en Kia Sportage R, Cerato Forte en Hyundai Tucson iX, en Toyota Fortuner, Highlander, en Fiat Palio 1.6 y Fiat 500.



Figura 2.12 Mandos para personas discapacitadas
Fuente: (Barahona, 2015)

2.8 Instalaciones parte estructural

La parte estructural de cualquier diseño ingenieril debe tener una utilidad y seguridad apropiada para desarrollar su funcionalidad, las homologaciones van acordes a la conducción del vehículo.

2.8.1 Principios fundamentales de sistemas frenos, acelerador y transmisiones automáticas

Los principios fundamentales de cada parte del sistema es necesario ya que de estos depende de cómo se desarrollaran los mandos a implementar.

2.8.1.1 Sistemas de frenos

El sistema de frenos es el más importante para la seguridad vial y del conductor. Por este motivo las autoridades de los diferentes países establecen reglas y parámetros a cumplir por los automóviles en cuanto a distancia, estabilidad de la carrera de frenado y más aún para vehículos homologados para personas discapacitadas. Por su parte los fabricantes y desarrolladores del automóvil, se esfuerzan cada día más en lograr sistemas de frenos seguros y duraderos. En todos los vehículos el sistema de frenos incluye dos posibilidades:

- **Frenos de marcha:**

Un sistema que puede manipular el conductor, generalmente con el uso de un pedal y que sirve para para disminuir la velocidad del vehículo o detenerlo y poder mantenerlo inmóvil. La fuerza de frenado de este sistema la puede establecer el conductor de acuerdo a la presión que ejerza sobre el pedal de accionamiento.

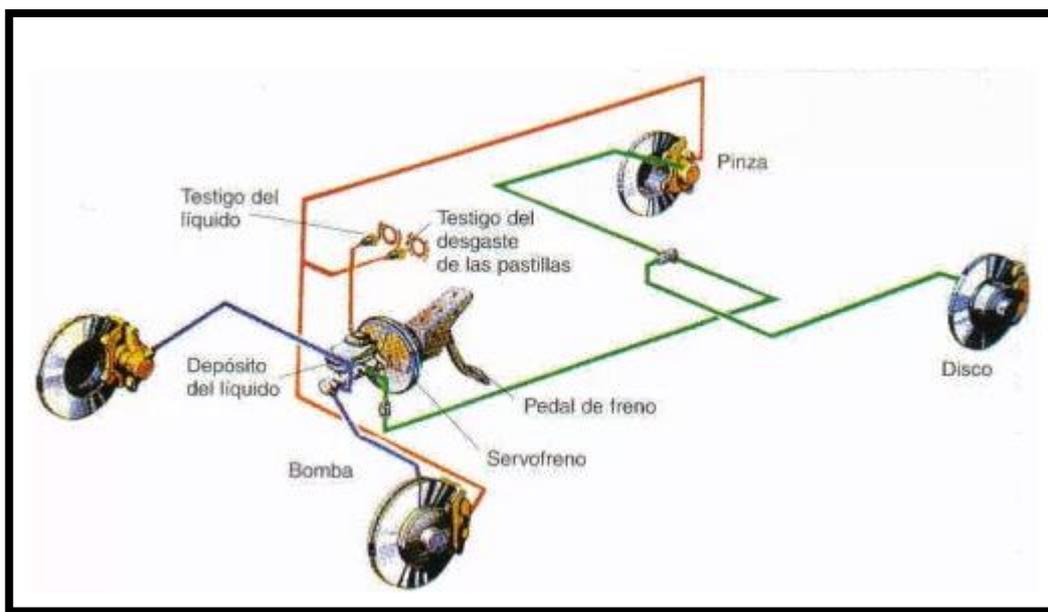


Figura 2.13 Esquema de un sistema de frenos

Fuente: (Riquelme, 2015)

- **Frenos de estacionamiento:**

Los que sirven para mantener el automóvil detenido cuando no está en movimiento o cuando se deja solo aparcado. Este sistema aplica una fuerza de frenado fija y suficientemente elevada como para bloquear la rueda. Normalmente en los vehículos ligeros se acciona a través de un pedal o con el uso de una palanca que se aplica manualmente. Para los grandes camiones y autobuses es común que sea de tipo neumático al retirar la presión de aire de las cámaras de frenado.

Ambos sistemas pueden ser completamente independientes, no obstante, en la mayoría de los vehículos es común encontrar que los dos sistemas accionen los mismos elementos de

frenado con diferente vía de accionamiento. La resistencia al movimiento de las ruedas por rozamiento entre una o varias piezas especialmente diseñadas para ello en cada rueda, y su accionamiento puede ser de tres formas básicas:

- Hidráulico: el que se acciona con la ayuda de un líquido.
- Neumático: el que utiliza aire comprimido.
- Manual: se acciona a través de un cable de acero.
- Combinaciones de las anteriores. (Bosch, 2014)

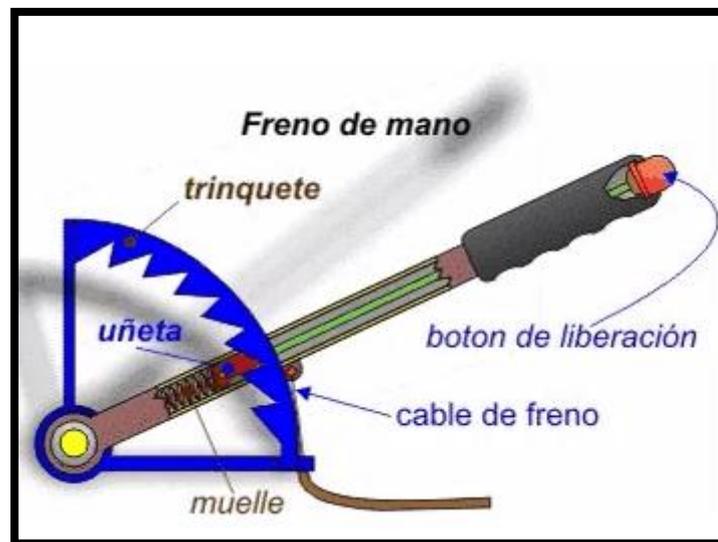


Figura 2.14 Freno de Mano
Fuente: (Riquelme, 2015)

- **El sistema frenos antibloqueo (ABS)**

Es un sistema de frenado que evita que las ruedas se bloqueen y patinen al frenar, con lo que el vehículo no solamente decelera de manera óptima, sino que permanece estable y direccionable durante la frenada.

Fue diseñado para ayudar al conductor a mantener cierta capacidad de dirección y evitar el arrastre durante el frenado en seguridad ayuda mucho para vehículos de personas

discapacitadas. Con el sistema ABS se impide que ninguna de las 4 ruedas patine, lo que permite dirigir el vehículo y seguir manteniendo el frenado (frenar y dirigir al mismo tiempo).

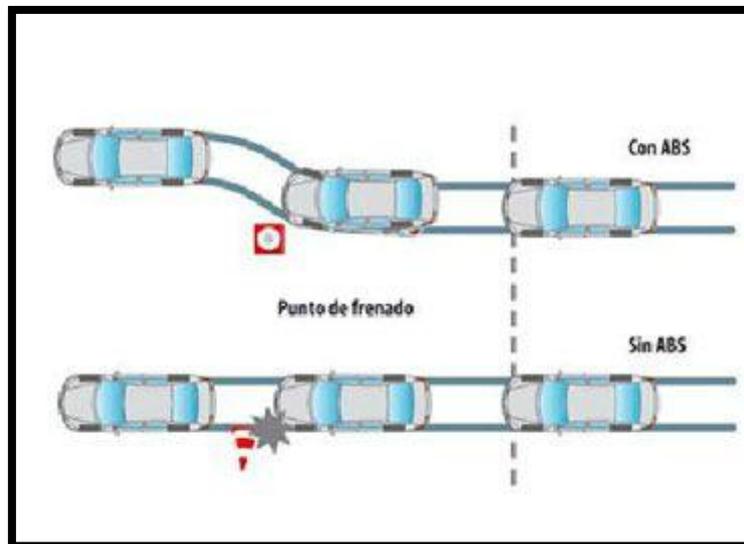


Figura 2.15 Sistema ABS
Fuente: (Riquelme, 2015)

2.8.2 Sistemas de Acelerador electrónico

La mayoría de los automóviles la función de acelerar lo cumple la unión entre el pedal acelerador y la mariposa, esto se hace a través de un cable acelerador mecánico. A fin de continuar incrementando la seguridad y el confort de los automóviles, reduciendo, a la vez la emisión de contaminantes, se reemplaza en la actualidad un control electrónico en el pedal acelerador.

El sistema electrónico de acelerador detecta el deseo del conductor a través de la posición del pedal del acelerador y lo comunica a la unidad de comando. Ésta considera para su cálculo otros datos adicionales, ajustando la mariposa en función del campo de características definido. La apertura y el cierre ocurren a través de un motor eléctrico.

2.8.2.1 Módulo del pedal del acelerador

La posición del pedal del acelerador es captada por dos potenciómetros opuestos (sensor del pedal del acelerador) para activar el cuerpo de mariposa. La apertura de la mariposa

necesaria para cumplir el deseo del conductor es calculada por la unidad de comando del motor considerando la condición de funcionamiento del motor en aquel momento (número de rotaciones del motor, temperatura del motor, etc.) y convertida en señales de activación para el accionamiento de la mariposa. (Bosch, 2014)



Figura 2.16 Sensor de pedal
Fuente: (Bosch, 2014)

2.8.2.2 Unidad de comando

En el caso del control electrónico de la potencia del motor, una unidad electrónica de comando se encarga de la activación de la mariposa. Algunos sistemas actuales de gerenciamiento del motor, la activación del sistema de aceleración electrónica fue integrada a la unidad de comando del motor, que controla la ignición, la inyección y otras funciones adicionales para su funcionamiento correcto.

2.8.2.3 Cuerpo de Aceleración

La aleta de aceleración forma una única unidad junto con el accionamiento electrónico (un motor de corriente continua) y el sensor de ángulo de mariposa. Esta unidad es denominada cuerpo de aceleración. El sensor de ángulo de mariposa proporciona un aviso de recepción de la actual posición de la mariposa, facilitando así la apertura exacta de la posición deseada.



Figura 2.17 Cuerpo de Aceleración
Fuente: (Bosch, 2014)

2.8.3 Sistema de transmisión Automática

Una transmisión automática es capaz por sí mismo de seleccionar todas las marchas o relaciones sin la necesidad de la intervención directa del conductor este tipo de transmisiones ayudan en una gran manera a las adaptaciones de vehículos para personas discapacitadas. El cambio de una relación a otra se produce en función tanto de la velocidad del vehículo como del régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague ni de palanca de cambios. El simple hecho de pisar el pedal del acelerador provoca el cambio de relación conforme el motor varía de régimen de giro. El resultado que aprecia el conductor es el de un cambio cómodo que no produce tirones y que le permite prestar toda su atención al tráfico. Por lo tanto el cambio automático no sólo proporciona más confort, sino que aporta al vehículo mayor seguridad activa.

Los elementos fundamentales que componen la mayoría de los cambios automáticos actuales son:

- Un convertidor hidráulico de par que varía y ajusta de forma automática su par de salida, al par que necesita la transmisión.
- Un tren epicicloidal o una combinación de ellos que establecen las distintas relaciones del cambio.

- Un mecanismo de mando que selecciona automáticamente las relaciones de los trenes epicicloidales. Este sistema de mando puede ser tanto mecánico como hidráulico, electrónico o una combinación de ellos.

Precisamente el control electrónico es la mayor innovación que disponen los cambios automáticos actuales dando al conductor la posibilidad de elegir entre varios programas de conducción (económico, deportivo, invierno) mediante una palanca de selección, llegando actualmente a existir sistemas de control que pueden seleccionar automáticamente el programa de cambio de marchas más idóneo a cada situación concreta de conducción. Entre los datos que utilizan estos sistemas para sus cálculos se encuentran, la frecuencia con que el conductor pisa el freno, la pendiente de la carretera, el número de curvas de la misma, etc. (Bosch, 2014)



Figura 2.18 Transmisión Manual
Fuente: (Bosch, 2014)

2.8.4 Sistemas de seguridad en los vehículos para Ecuador

Los sistemas de seguridad de los vehículos importados deben tener ciertos parámetros para poder ingresar al país hoy en día por lo general son algunos puntos importantes como se muestra en la figura 2.18, los automóviles para las personas con discapacidad deben ser más seguros para su movilidad las características más usuales de vehículos adaptados en el Ecuador para personas discapacitadas según la AEADE son el volante adaptado para aquellas que requieren de una prótesis, incorporación de perillas integradas al aro del volante, lo cual es

ideal para personas amputadas, también adaptando controles al mismo volante para la manipulación de pedales de acelerador y freno. Los controles infrarrojos o por medio bluetooth se adaptan para controlar la función de indicadores de dirección, activación de luces, limpiaparabrisas, entre otros de una forma más sencilla. Se puede colocar retrovisores extras para mejor visibilidad o tamaños distintos a lo convencional.

Requisitos adicionales O34 3R		ECUADOR	CHILE	ARGENTINA
	Dirección Asistida	●		
	Anclajes ISOFIX	●		
	Cinturones de seguridad de tres puntos	●	●	
	Frenos ABS	●		
	Tacógrafo (buses y camiones)	●		●
	Avisador visual y acústico de no uso del cinturón de seguridad	●	●	
	Control electrónico de estabilidad	● 2018		● 2018
	Frenos de vehículos	●	●	●
	Frenos de vehículos pesados	●	●	
	Vidrios	●	●	
	Apoyacabezas en todos los asientos	●	●	●
	Asientos y sus anclajes	●	●	
	Protección colisión frontal	●	●	
	Protección colisión lateral	●	●	
	Airbags	●	●	●
	Parachoque frontal y posterior	●	●	●

Figura 2.19 Seguridad de vehículos homologados por regiones
Fuente: (AEADE, 2015)

2.9 Factibilidad y Costes

La ley orgánica de discapacidades ampara a todos los ecuatorianos o extranjeros residentes dentro del territorio nacional, así como a todos los ecuatorianos con discapacidad, sus derechos, garantías y beneficios según la ley sección primera del art 5 de igual manera a sus parientes hasta un cuarto grado de consanguinidad como padres, cónyuges, unión de hecho, tutores.

Mensualmente en Quito se tramitan unas 100 solicitudes para importación de vehículos para personas con discapacidad, de las cuales solo son aprobadas un 10 %, porque el resto no justifican su uso, para realizar el proceso de importación de vehículos. Primero, quien tramita

debe actualizar el carné de discapacidad, luego se realiza un informe de psicología y trabajo social, para los casos en que terceras personas se hagan responsables del vehículo. Este tipo de unidades tienen exoneración, según el porcentaje de discapacidad del solicitante. Inician con el 40 al 49 % de discapacidad que obtiene una exoneración del 60 % del valor. Si la persona tiene del 50 al 74 % de discapacidad, la exoneración es del 70 %; del 75 al 84 % de discapacidad la exoneración es del 80 %; y del 85 % al 100 %, la exoneración es del 100 %.

Daniela Zeas, auditora provincial de Discapacidades del MSP indicó que una persona puede acceder a un vehículo con un valor máximo de 40.000 dólares y de acuerdo con el porcentaje de discapacidad, obtiene el beneficio. Cuando es exonerado en un 100 %, el precio baja casi a la mitad. Por ejemplo, en un vehículo de 60.000 dólares, se debe pagar 38.000 dólares. Pueden beneficiarse de este tipo de adquisiciones, personas con cualquier tipo de discapacidad, sea física, intelectual, visual, auditiva o mental, con un porcentaje del 40 % en adelante.

Lo que deben hacer es justificar el recurso y garantizar que será en beneficio del solicitante. Estos requisitos son necesarios, porque se dan casos en que otras personas los utilizan y compran las unidades para su uso personal. Para corroborar esta información, se cuenta con el apoyo de una trabajadora social. Hay que hacer el análisis para dar el certificado, que permita hacer la importación.

2.9.1 Licencia F

Sobre el trámite de obtener la Licencia F, que es exclusiva para personas con discapacidad, los equipos calificadores del Ministerio de Salud Pública (MSP) están autorizados para entregar este documento. El mismo es un certificado médico psicológico, que determina si la persona es o no idónea para conducir. Por ejemplo, si padece discapacidad visual, dependerá de su grado. Si es del 30 %, la persona sí puede conducir.

El informe respectivo deberá ir acompañado con las respectivas observaciones y recomendaciones para la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), precisó Zeas. Este certificado se lo puede obtener en cualquier área de salud del Ministerio, donde se cuenta con equipos autorizados para el efecto. Cabe indicar, que antes de iniciar este trámite, primero se debe hacer la actualización o recalificación de la persona con discapacidad.

Uno de los principales problemas detectados en el proceso de importación de vehículos es el desconocimiento de los requisitos para las personas que llegan a obtener su calificación de discapacidad. Entre los requisitos constan: la cédula o partida de nacimiento y certificados médicos. Con eso se pueden dirigir a los equipos de salud cerca de su domicilio y se hace la calificación o actualización del carné. (Iñiguez, 2014)

CAPÍTULO III

3 Diseño de prototipo para personas con paraplejia

El diseño de un vehículo adaptado para personas discapacitadas es un desarrollo de diversas herramientas de conducción, las adaptaciones dependen mucho de la dificultad que presente cada persona con discapacidad siendo una etapa del diseño la implementación al habitáculo pero no imposible resolver con ciertos parámetros.

3.1 Parámetros de diseño

Para el diseño de un prototipo para personas parapléjicas se determina ciertos parámetros de funcionalidad del vehículo como una de las más importantes es que este sea de transmisión

automática cierta seguridad avanzada como es el SCR, Airbags, sistemas del motor avanzadas, sensores de seguridad y sistemas de confort del vehículo.

3.1.1 Seguridad al maniobrar el volante

Para la conducción adecuada del volante y en sí del automóvil se necesita tener una postura cómoda y segura recomendado lo siguiente para el proyecto:

- Sentarse adecuadamente ante el volante ya que retrasa la fatiga y permite tener respuesta rápida ante cualquier imprevisto
- La inclinación segura de la espalda se regula para que las manos tengan un acceso cómodo a todos los accesorios del vehículo.
- No se debe sentar muy lejos del volante ni de los mando ya que estos están en la columna de la dirección en la parte posterior del volante.
- Regular el apoyacabezas a la altura de los ojos ya que un apoya cabezas demasiado alto o corto puede causar más lesiones en un accidente se debe asegurar que los apoyacabezas estén bloqueados correctamente.

3.1.2 Manos al volante y adaptaciones correctas

Para una conducción segura siempre se debe mantener las manos en el volante, para la maniobra de acelerar y frenar debe soltar el volante, y para ello los mandos implementados deben estar lo más cerca posible del volante sin que limite la conducción adecuada.

Para giros en u del vehículo la conducción es solamente con las manos se coloca bolas de giro para ayudar a la movilidad del volante el agarre adecuado se muestra en la siguiente figura 3.1.

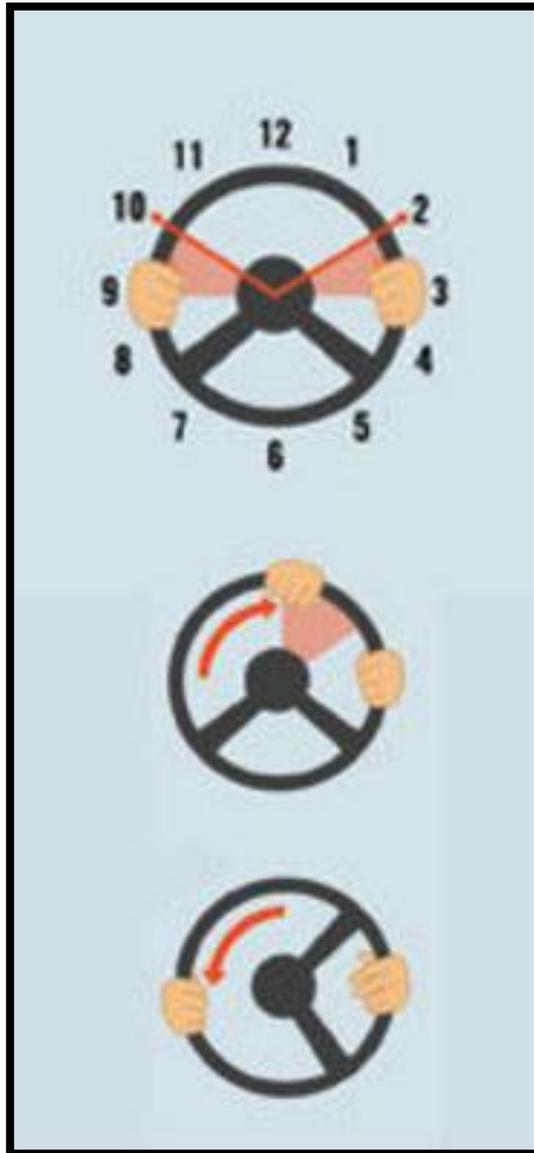


Figura 3.1 Manos sobre el volante
Fuente: (vial, 2015)

3.2 Sistemas de accionamiento adecuado para la movilidad del vehículo

Los aspectos mecánicos del prototipo son diseños como fuerza necesaria para el accionamiento de los pedales, el espacio disponible del habitáculo y reductores de torque para un mayor funcionamiento del freno y acelerador. Una parte importante de estos sistemas deben ser manejados preferiblemente con la extremidad superior izquierda ya que la derecha sirve para accionar mandos de luces, direccionales, plumas en si accesorios como la radio o bloquear o abrir las puertas.

3.2.1 Sistemas de accionamientos de freno

La parte más importante para la seguridad de un automóvil son los frenos ya que de ellos permite la detención del vehículo, para la activación de este sistema de frenos se realiza una fuerza muscular desde el pedal o desde el freno de mano auxiliar. En la actualidad se utilizan sistemas hidráulicos y sistemas ya electrónicos como son los sistemas de frenos ABS (Sistema Antibloqueo de Frenos). En la Figura 3.2 se muestra un esquema del funcionamiento del sistema de frenos convencional hidráulico.

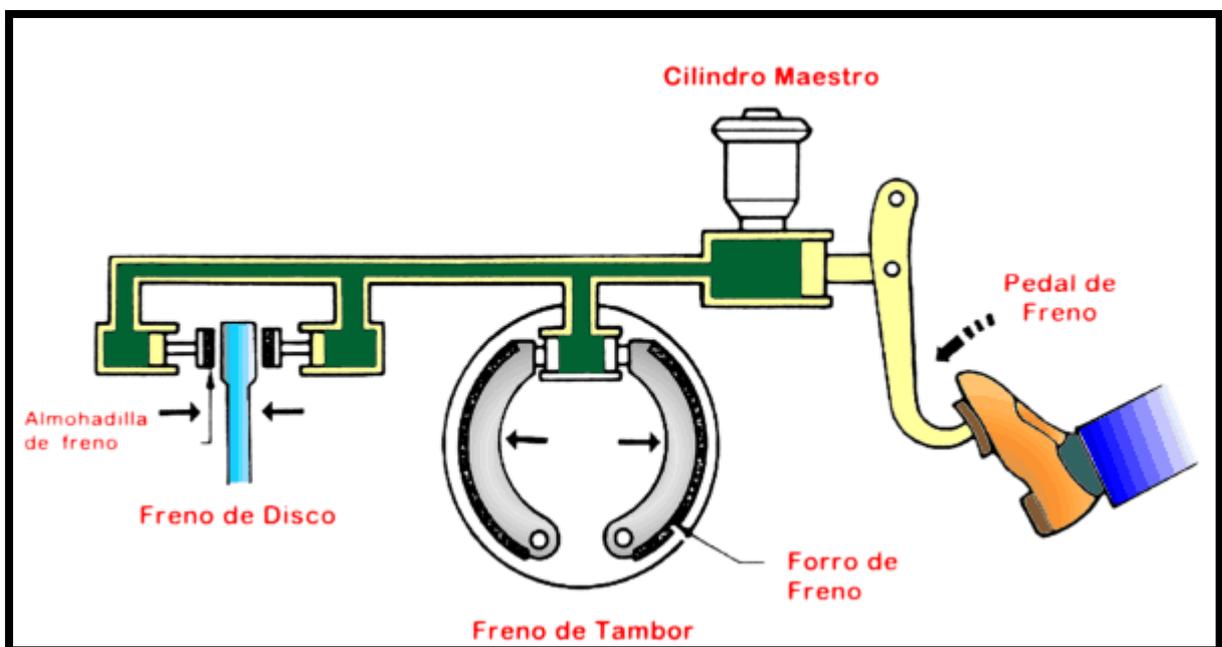


Figura 3.2 Sistema de frenos Hidráulico

Fuente: (Acosta, 2014)

Como se observa en la Figura 3.2 para activar el sistema de frenos mecánicos se necesita un tipo de accionamiento mecánico conformado por un sistema hidráulico que es utilizado en los vehículos de turismo o N1.

Los mandos hidráulicos son ejercidos por el esfuerzo del conductor sobre el pedal transmitido por un caudal de líquido, consistido por un cilindro maestro la cual genera una presión mayor al esfuerzo del conductor. El sistema de freno auxiliar o de mano acciona desde el interior del vehículo, de forma que las ruedas posteriores se bloquen mediante un cable.

3.3 Funcionamientos de Mandos para extremidades superiores

Este sistema se puede implementar con diferentes mandos o palancas utilizando la misma base de sujeción dependería del gusto y comodidad de la persona a usar las adaptaciones el fin de accionamiento es presionar para ejecutar el freno y para la aceleración se la realiza girando el mango, y si resultara difícil el giro se puede hacer una palanca con giro.

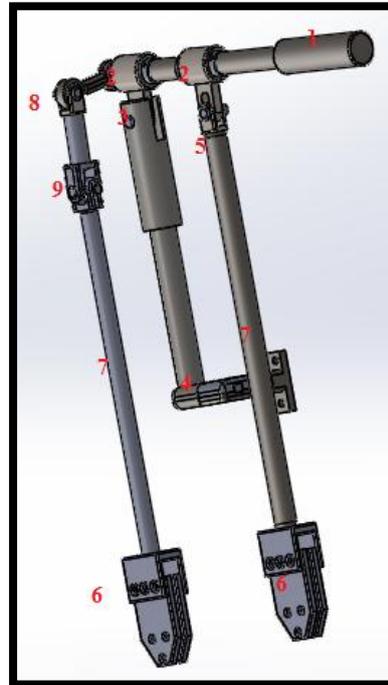


Figura 3.3 Sistema de accionamiento y sus partes

Fuente: Luis Pulupa

3.3.1.1 Partes del sistema de accionamiento

1. Mango de ejecución del sistema.
2. Bocín solidario a eje para varillaje de freno y acelerador.
3. Estructura de pivote de freno.
4. Soporte de sistema a habitáculo.
5. Regulación para acople en habitáculo altura y largo del sistema.
6. Acoples de sujeción de pedales.
7. Varillas de accionamiento.
8. Eje de accionamiento de pedal de acelerador solidario a mango principal.

9. Cruceta de desgonce de mecanismo.

3.3.2 Diseños de frenado

Para el diseño de frenado se investiga la seguridad al conducir solo con las extremidades superiores mediante menos movimientos, evitando cruce de manos y la fatiga al momento de estar en el volante.

Para ello se toma un ejemplo en el habitáculo del modelo Kia Cerato como es su forma de conducción para lograr implementar de mejor manera la adaptación en la figura 3.3 se muestra el habitáculo del vehículo.



Figura 3.4 Interior de modelo Kia Cerato

Fuente: (Kia, 2016)

Existe ya diferentes sistemas implementados como los anillos detrás del volante a lo que refiere el frenado del vehículo o palancas de diseños similares en este caso se tratara de implementar un sistema adaptable a todo tipo de vehículo que se pueda montar y desmontar sin necesidad de modificar el habitáculo y la columna de dirección, o el volante.

El diseño estudiado más factible es una palanca al lado izquierdo del volante que al momento de presionar hacia abajo el vehículo frenara ya que estará adaptado con un barrilaje común y un eje que le permitirá regresar se grafica un diseño experimental primero generando las partes y la palanca.

3.3.2.1 Componente de empuje de freno

El diseño que se observa en la Figura 3.5 es el principal componente ya que este será el ejecutado por las personas con capacidades especiales, se realiza un diseño de palanca solidario a un eje que al momento de presionarlo el varillaje en común ejecutara el freno.

En el anexo A se visualiza las especificaciones técnicas de todas las partes del dispositivo en vistas frontal, superior y lateral acotadas.

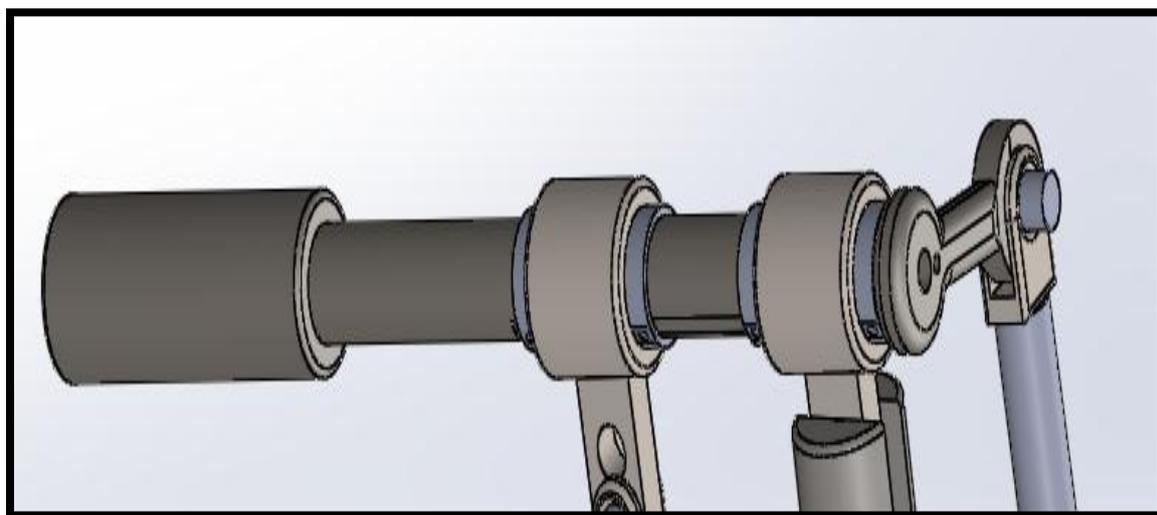


Figura 3.5 Diseño de AutoCAD 3D palanca de ejecución freno acelerador
Fuente: Luis Pulupa

Como se observa en la fig. 3.6 la palanca tiene un bocín solidario en el mismo eje el mismo que permitirá girar la palanca como un manubrio de moto.

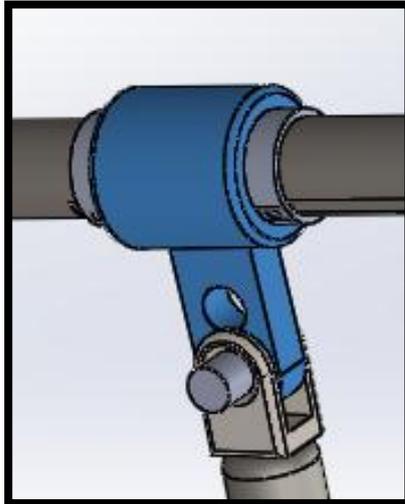


Figura 3.6 Diseño de bocín solidario a eje principal
Fuente: Luis Pulupa

Para la ejecución de frenado del automóvil la palanca tiene un eje de sujeción el mismo que se encuentra sostenido mediante acoples a la dirección con un eje movable para diferentes distancias para mejorar la comodidad del conductor en la fig. 3.7 se observa cómo se encuentra el diseño para el acople con el eje solidario a la columna de dirección.

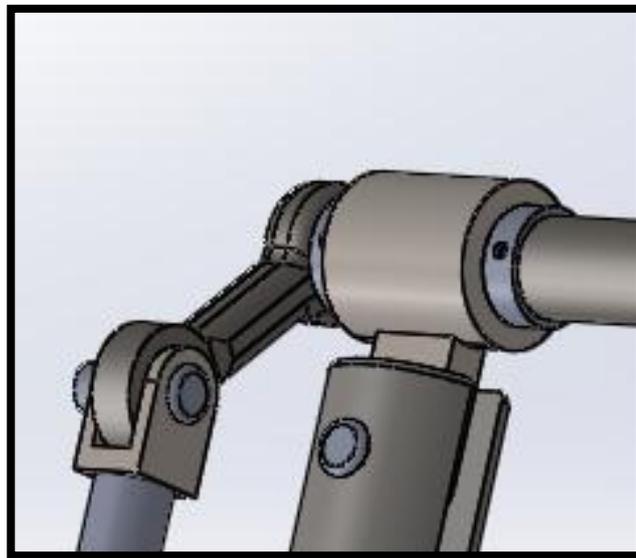


Figura 3.7 Acople de manija de ejecución con bocín solidario.
Fuente: Luis Pulupa

3.3.2.2 Eje de sujeción a columna de dirección

Para sujetar el sistema y lograr una fijación completa se regula con un eje movable roscable donde el vástago de menor diámetro ingresa en el de diámetro mayor asegurándose con una rosca de sujeción como se muestra en la siguiente fig. 3.8.

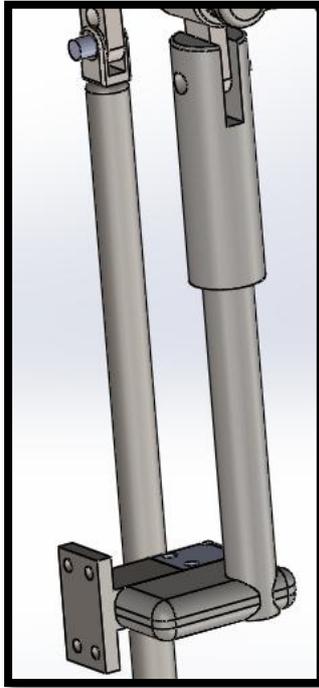


Figura 3.8 Soporte de sistema de conducción
Fuente: Luis Pulupa

El sistema de sujeción cuenta con un sujetador deslizante que es presionado por cuatro pernos y este a su vez tiene un soporte para ajustarse en las columnas de dirección o en el mejor lugar para la ejecución adecuada del sistema.

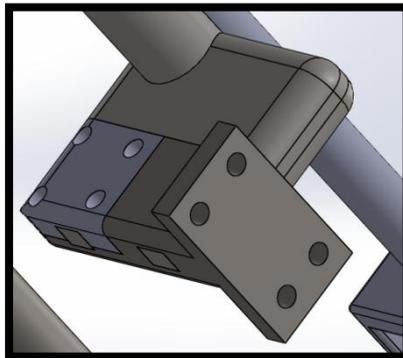


Figura 3.9 Soporte de sujeción de sistema
Fuente: Luis Pulupa

3.3.2.3 Componente de sujeción de pedal

En la siguiente Figura 3.10 se muestra un perno roscable en el varillaje principal de accionamiento que puede recorrerse y ser ajustado con una contratuerca, para el montaje en el pedal se puede perforar un orificio de diámetro 0.8 mm que puede ser unido con un pin de seguridad o perno con contratuerca.

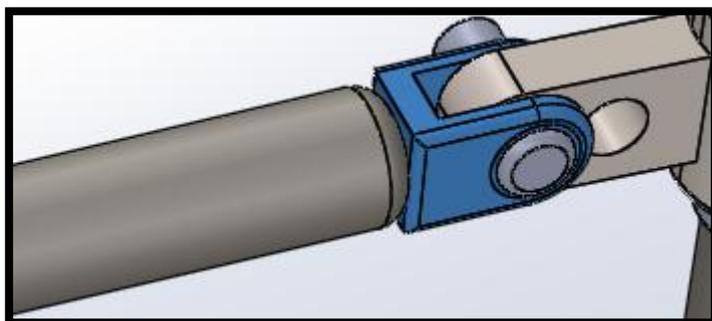


Figura 3.10 Perno roscable para sujeción de pedal
Fuente: Luis Pulupa

Otra opción es la sujeción del pedal al mecanismo siendo no necesario perforar los pedales originales sino se diseña dos placas que se prensaran con cuatro pernos al brazo del freno como se muestra en la fig. 3.11.

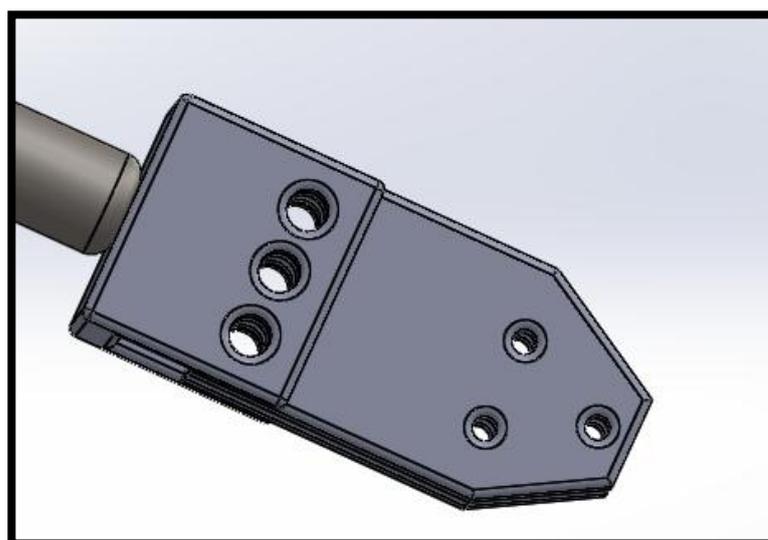


Figura 3.11 Mecanismo de sujeción de pedales
Fuente: Luis Pulupa

Bosquejo de mecanismo sujetado a pedales de vehículo con pernos para fijación permanente

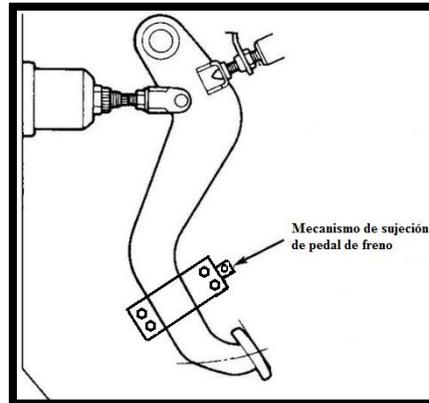


Figura 3.12 Mecanismo de sujeción al brazo del pedal de freno.
Fuente: Luis Pulupa

3.3.2.4 Componente de ejecución o varillaje

Esta es una de las partes importantes del sistema ya que este eje ejecuta el freno su distancia puede ser regulada ya que será para implementarse en cualquier tipo de vehículo sus medidas oscilan de 45 a 50 cm más la regulación de los pernos sujetadores que tienen una distancia de 10 cm a los dos lados siendo el uno el bocín cual es eje de soporte para la palanca principal y el otro lado para ejecutar el pedal de freno en las fig. 3.12 se muestra su diseño. Una parte importante del diseño de esta barrilla de empuje es que se le puede realizar trabajos de curvaturas dependiendo de cada modelo de vehículo.

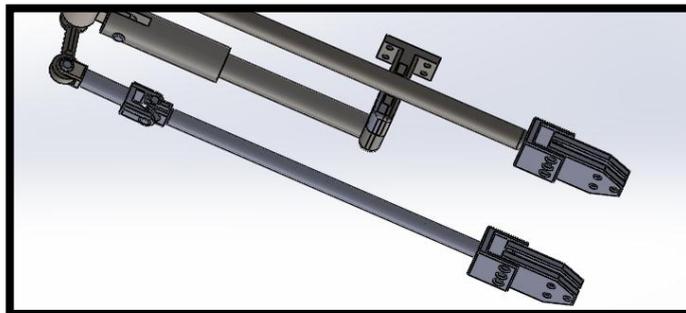


Figura 3.13 Varillaje de ejecución de pedal
Fuente: Luis Pulupa

3.3.3 Sistema de Aceleración del automóvil

En la actualidad para la aceleración de los vehículos existe un cuerpo de aceleración sin la utilización de cables hoy la funcionalidad es con una mariposa motorizada que tiene grandes ventajas con respecto a los sistemas tradicionales este sistema controla una marcha mínima que utiliza un sensor en el acelerador así evitando los jalones en la aceleración, este sistema sustituye una serie de señales eléctricas que se envían hacia y desde la computadora, tanto para cumplir la solicitud de potencia requerida como para monitorear las instrucciones de la computadora se cumplan, o bien para hacer entrar al vehículo en algún modelo de protección.

3.3.3.1 Estructura y funcionamiento de aceleración electrónico

El funcionamiento de este sistema ayuda a la eficiencia en el consumo de combustible, el confort, la potencia y el desempeño logrando todo esto por los sistemas automatizados, que han sustituido a los sistemas mecánicos.

Este sistema no permite acelerones bruscos ni patinajes de las ruedas o apagones innecesarios por mal control en el embrague y acelerador.

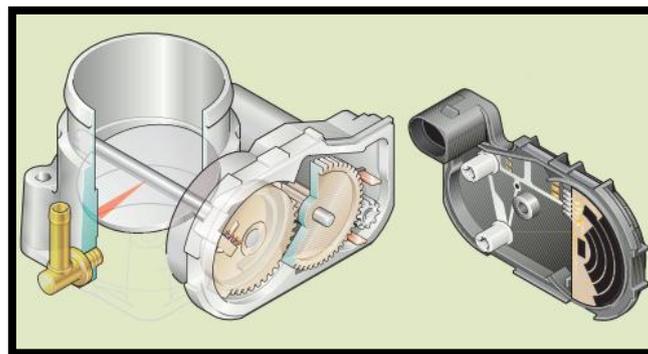


Figura 3.14 Elementos del sistema de aceleración
Fuente: (Scanator, 2015)

El cuerpo de aceleración regula la cantidad de aire que ingresa al motor, el elemento regulador es la mariposa de aceleración que acciona un motor la cual cuenta con una interfaz electrónica que se comunica permanentemente con la computadora principal.

3.3.4 Pedal del acelerador

El pedal del acelerador cuenta con dos o tres sensores, dependiendo del fabricante, estos sensores captan la posición del pedal y la comunicación de la ECM (Modulo de Control), este ordena a un actuador que modifique la apertura de la mariposa de admisión, cuya posición es detectada a su vez por un sensor de posición.

Este sensor se encuentra integrado en el pedal del acelerador, existen dos tipos de sensores, el de un tipo resistivo y otro por el conocido efecto hall.

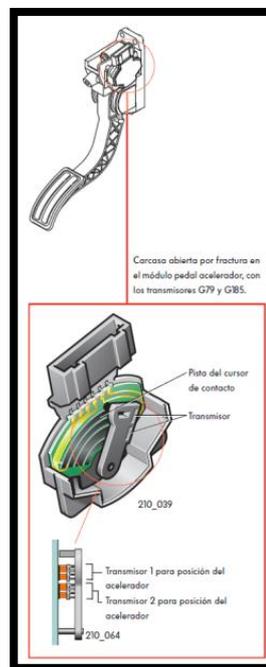


Figura 3.15 Componentes del acelerador electrónico
Fuente: (Scanator, 2015)

3.3.5 Diseño de componente para uso del acelerador

Para la implementación del diseño se realizó pruebas de manejo seguro se trata de que el conductor discapacitado no pierda nunca el contacto con el volante y la mejor manera es de tener los mandos de control de aceleración y frenado juntos en una sola parte ya sea accionamientos conjuntos pero solo ejecutados con una sola mano.

Hoy en día con el acelerador electrónico es más sencillo ejecutar la presión al pedal para su funcionamiento o cambiar el pedal por botones o palancas pequeñas comandadas con los mismos sensores pero con diferente estructura para el accionamiento.

En el diseño ya explicado para el accionamiento de los frenos tenemos un varillaje común con un mando como se observa en la siguiente fig. 3.16, para el accionamiento del pedal del acelerador se gira el mango como indica la flecha accionando el pedal mediante el varillaje de accionamiento el punto importante de este sistema es la palanca final.

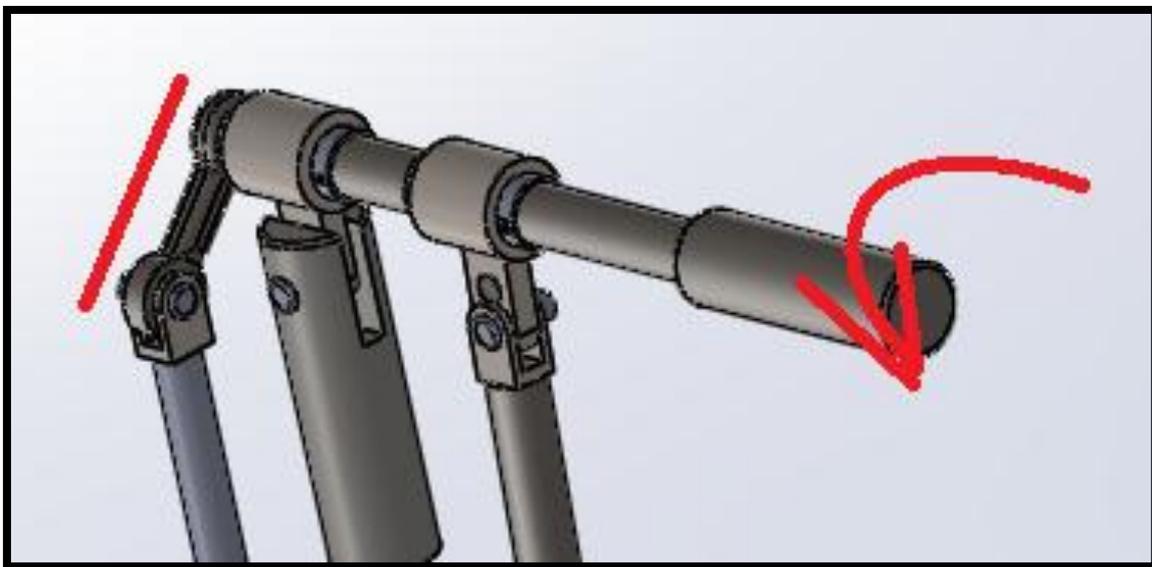


Figura 3.16 Accionamiento del acelerador.
Fuente: Luis Pulupa

3.3.6 Especificaciones y propiedades mecánicas de materiales de construcción.

Por lo general en el mercado Ecuatoriano se comercializa diferentes aceros y aluminios ya sean en planchas, perfiles estructurales, tubos, láminas y vigas.

Las propiedades mecánicas de los materiales a utilizar es el acero A36 en lo que son perfiles estructurales y tubos estos tienen una densidad de 7850 kg/m^3 o (0.28 lb/in^3) en espesores de 8 pulgadas tienen un límite de fluencia de 250 Mpa , y un mínimo de ruptura de 410 Mpa .

Tabla 3.1 Propiedades de Acero A36

Propiedades Acero A36	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e + 011	N/m ²
Coefficiente de Posición	0,26	N/D
Módulo Cortante	7,93e + 010	N/M ²
Densidad de la masa	7850	Kg/m ³
Límite de Tracción	400000000	N/m ²
Límite elástico	250000000	N/m ²

Fuente: SolidWorks 2016

Este tipo de material es utilizado en el diseño de mecanismos como mandos y barrilajes de empuje, ya que disponen de buena resistencia y son muy fáciles de unirse en el sistema de procesos de soldadura ya sean por arco metálico o arco metálico y gas.

3.3.6.1 Especificaciones de bocines, pasadores y pernos.

El material utilizado para la fabricación en el interior de los bocines son los aceros inoxidable que son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10.5% de cromo, la característica de este material es una formación de una película adherente e invisible de un óxido de cromo, estos materiales poseen una baja contención de carbono que otorga una gran resistencia, a su vez se añade molibdeno para aumentar la resistencia a la corrosión. En el software de aplicación SolidWorks se determina este material como un acero más resistente e elástico con propiedades excelentes para el uso de bocines y pines ya que estos están en movimiento constante y de sujeción a continuación la propiedad.

Tabla 3.2 Propiedades de Acero inoxidable A316.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.929.999.974	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.3	N/D
Límite de tracción	5.500.000.017	N/mm ²
Límite elástico	1.378.951.459	N/mm ²
Módulo tangente		N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.6e-005	/K
Densidad de masa		8000 kg/m ³
Factor de endurecimiento	0.85	N/D

Fuente: SolidWorks 2016

3.3.7 Modelado de piezas en SolidWorks

Los softwares de diseño e ingeniería asistida permiten hoy en día modelar casi cualquier pieza o sistema con precisión real en análisis de elementos finitos, se pueden realizar estudios de comportamiento de materiales y esfuerzos bajo condiciones reales de trabajo, sin necesidad de fabricar prototipos.

Este software tiene algunas ventajas como:

- Reducir costos de las pruebas de campo ya que se puede simular previamente el comportamiento del modelo.
- Permitir adelantar la comercialización del producto puesto que el tiempo en desarrollar el producto fusiona.
- Ayuda a realizar mejoras en los que es materiales y rediseñar de forma virtual antes de su fabricación.

En las figura 3.17 siguiente se muestra un modelado del sistema de palancas en SolidWorks ya que mediante esta herramienta permite evaluar diferentes comportamientos del diseño o modelo bajo diferentes condiciones que en este caso serían cargas estáticas y fatiga de materiales.

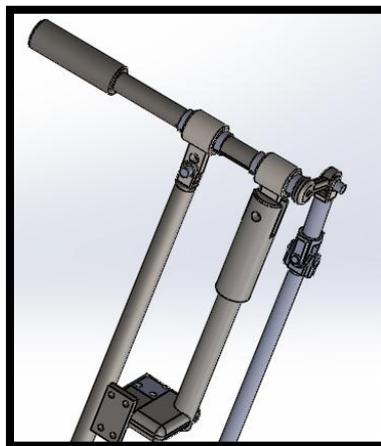


Figura 3.17 Palanca de Accionamiento diseñado en SolidWorks
Fuente: Luis Pulupa

3.4 Torques y fuerzas ejercidas por los pedales accionados con las extremidades inferiores y superiores.

El torque permite ejercer una fuerza de movimiento de rotación en torno a un eje en este caso el cuerpo rígido son los pedales los cuales se mueven en un eje y son expuestos a las fuerzas al momento de ser ejecutados lo que se realizó para la obtención de datos se utiliza un dinamómetro que proporciona medidas de masa y fuerza para los pedales obteniendo una fuerza de frenado al tope para su detención del vehículo de 35kg a 40kg siendo el recorrido aproximado del pedal de 7cm a 10cm dependiendo del modelo del vehículo este recorrido variara.

En el mercado existen diferentes modelos de dinamómetros de pedal como los más modernos como se muestran en la figura 3.18 pero en este caso se realizó mediciones en kg con un dispositivo similar que realiza mediciones de kilogramos mediante un manómetro se muestra en la figura 3.19.



Figura 3.18 Dinamómetro digital
Fuente: PCE Equipos de Medición

Para calcular la fuerza ejercida se calcula el Par necesario para el accionamiento del pedal del freno se toma un promedio o rango del peso ejercido siendo 37.5 kgf



Figura 3.19 Dinamómetro Análogo
Fuente: PCE Equipos de Medición

Donde $T = F \times r$

Siendo un $Kgf = 9.81 N$ como resultado una fuerza de $37.5kgf \times 9.8 N / 1Kgf = 367.5 N$ y un torque para ser aplicado el pedal seria de 31,233 Nm.

De la misma manera se obtiene datos de accionamiento del pedal del acelerador generando un peso de 5 kgf a 7 kgf con un recorrido de 7 cm a 11 cm de recorrido obteniendo $6 Kgf \times 9,8 N / 1 Kgf = 58,8 \times 0.09 m$ con las mismas formula genera datos de 5.292N.m. con un accionamiento a plena carga del cuerpo de aceleración y este baja más aun cuando el acelerador es electrónico.

Con estos datos obtenidos se determina que los materiales de construcción para el diseño son soportados ya que las piezas fueron simuladas a mayor torque y fuerzas, hasta su fatiga límite y ruptura en el estudio de fuerzas por SolidWorks.

3.5 Esfuerzos Vs deformación

El diseño de elementos estructurales implica determinar la resistencia y rigidez del material estructural, estas propiedades se las puede relacionar al momento de ejercer un esfuerzo a una barra con una fuerza axial para lo cual se registran simultáneamente la fuerza aplicada y el alargamiento producido. Estos valores permiten determinar el esfuerzo y la deformación que al graficar originan el denominado diagrama de esfuerzos y deformación.

Existen dos tipos de diagramas y son similares si se trata de los mismos materiales y estos permiten agrupar dos categorías con propiedades afines que se denominan materiales dúctiles y materiales frágiles. Los diagramas de estos materiales dúctiles se caracterizan por ser capaces de resistir grandes deformaciones antes de la rotura. Mientras que los materiales frágiles presentan un alargamiento bajo cuando llegan al punto de rotura.

Las fuerzas internas de un elemento están ubicadas dentro del material en toda el área; justamente se denomina esfuerzo a la fuerza por unidad de área la cual se la denomina con la letra sigma y es un parámetro que permite comparar la resistencia de dos materiales ya que se establecen una base común de referencia.

$$\sigma = P/A$$

Donde P= Fuerza Axial y A= Area de la sección Transversal

Según Robert Mott la resistencia de materiales no es el único parámetro que debe utilizarse al diseñar o analizar una estructura o una pieza sino se debe controlar las deformaciones para que la estructura cumpla con el propósito para el cual será diseñado, los análisis de las deformaciones se relacionan con los cambios en la forma de la estructura que generan las cargas aplicadas.

3.5.1 Diagrama de esfuerzos Vs Deformaciones

Una barra sometida a una fuerza axial de tracción aumentara su longitud inicial se puede observar que bajo la misma carga pero con longitud mayor este aumento o alargamiento se incrementara también, por ello definir la deformación (ϵ) como el cociente entre el alargamiento (σ)y la longitud inicial L indicando que sobre la deformación es la misma si aumenta L, Matemáticamente la deformación seria $\epsilon = \sigma/L$.

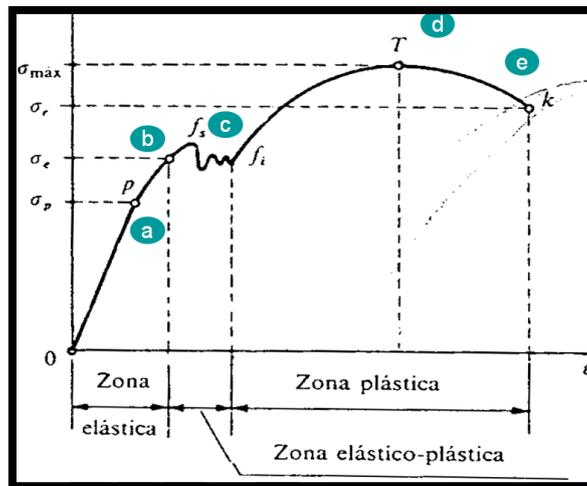


Figura 3.20 Diagrama esfuerzo Vs deformación

Fuente: (Mott, 2010)

a) Límite de proporcionalidad:

Se observa que va desde el origen O hasta el punto (a) llamado límite de proporcionalidad, es un segmento rectilíneo, donde se deduce la tan conocida relación de proporcionalidad entre la tensión y la deformación enunciada en el año 1678 por Robert Hooke. Cabe resaltar que, más allá la deformación deja de ser proporcional a la tensión.

Según las normativas de normalización de los materiales define como el acero aquel material en el que el hierro es material predominante con contenidos de carbono generalmente inferior al 2% conteniendo además otros elementos.

Para el proyecto utiliza materiales como son los aceros dulces, semidulces y semiduros con porcentajes de carbono con 0.45 con resistencias de 62 – 70 Kg/mm² en resistencia a la

última rotura con resistencias de Brinell de 150 hasta 280Hb y estos después de ser tratados de templado su resistencia mecánica puede alcanzar los 90 con Kg/mm². Material utilizado para el sistema son aceros aleados con las siguientes propiedades como se muestra en la tabla 3.3

Tabla 3.3 Propiedades de Acero aleado generales

Módulo elástico	2.1e+011	N/m²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	7.9e+010	N/m ²
Densidad de masa	7700	kg/m ³
Límite de tracción	723825600	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	620422000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.3e-005	/K
Conductividad térmica	50	W/(m·K)
Calor específico	460	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: SolidWorks 2016

El factor de seguridad sirve para evaluar la seguridad en el mecanismo, según un criterio de error

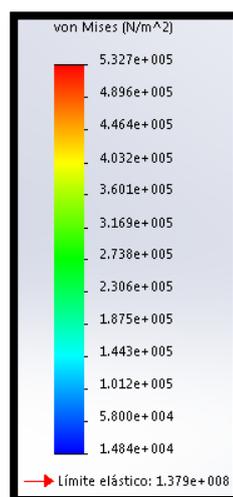


Figura 3.21 Factor de seguridad Límite elástico

Fuente: SolidWorks 2016

Tabla 3.4 Material acero aleado límite de proporcionalidad

Material	Límite de Proporcionalidad
Acero Aleado	$1,443e+05 \text{ N/m}^2 = 144000 \text{ N/mm}^2$

Fuente: SolidWorks 2016

b) Limite de elasticidad o limite elástico:

Es la tensión más allá del cual el material no recupera totalmente su forma original al ser descargado, sino que queda con una deformación residual llamada de formación permanente como se observa en el punto (b).

Tabla 3.5 Material acero aleado límite de elasticidad

Material	Límite de Elasticidad
Acero Aleado	$1,38E+08 \text{ N/m}^2 = 138000 \text{ N/mm}^2$

Fuente: SolidWorks 2016

c) Punto de fluencia:

Es aquel punto (c) donde en el aparece un considerable alargamiento o fluencia del material sin el correspondiente aumento de carga que, incluso, puede disminuir mientras dura la fluencia. Sin embargo, el fenómeno de la fluencia es característico del acero al carbono, mientras que hay otros tipos de aceros, aleaciones y materiales diversos, en los que no manifiesta.

Tabla 3.6 Material acero aleado en punto de fluencia

Material	Punto de Fluencia
Acero Aleado	$3,169e+08 \text{ N/m}^2 = 316900 \text{ N/mm}^2$

Fuente: SolidWorks 2016

d) Esfuerzo máximo:

Es la máxima curva se demuestra con la letra (d) esfuerzo-deformación estas son las cargas estáticas que cambian con el tiempo el esfuerzo último es el área de la sección transversal donde comienza a disminuir en la longitud, este fenómeno es causado por los esfuerzos cortantes.

Tabla 3.7 Material acero aleado en esfuerzo máximo

Material	Esfuerzo Máximo
Acero Aleado	$4,46e+05 \text{ N/m}^2 = 446000 \text{ N/mm}^2$

Fuente: SolidWorks 2016

e) Esfuerzo de Rotura:

El verdadero esfuerzo es generado por el material durante la rotura este llega ya alcanzando su máxima elasticidad como resultado en los materiales tienden a desarrollar una estricción o cuello en la zona ya alargada o deformada esta zona va decreciendo continuamente. (Mott, 2010).

En el desarrollo del mecanismo y sus partes estructurales resistencias axiales se lo realiza mediante el software SolidWorks ahorrando valioso tiempo a lo que corresponde el límite de fractura de los materiales a utilizarse.

Tabla 3.8 Material Acero aleado en esfuerzo de rotura

Material	Límite de Proporcionalidad	Límite de Elasticidad	Punto de Fluencia	Esfuerzo Máximo	Esfuerzo de Rotura
Acero Aleado	$1,45E+05 \text{ N/m}^2$	$1,38E+08 \text{ N/m}^2$	$3,169e+005 \text{ N/m}^2$	$4,46E+05 \text{ N/m}^2$	$5,327+005 \text{ N/m}^2$

Fuente: SolidWorks 2016

3.6 Cálculo de esfuerzos lineales en los materiales según fuerzas ejercidas para el accionar de los pedales.

En los estudios sobre que presión se ejerce al momento de detener un vehículo con las extremidades inferiores arrojan cálculos de masa y gravedad, estos son calculados en torque y fuerzas cortantes con un peso de 37.5 Kgf y una fuerza de 367.5 N generando un torque ejercido en las palancas de 32 Nm al pedal de freno y esta fuerza puede ser ejercida con normalidad con las extremidades superiores ya que gracias a la palanca generara un torque menor. Para verificar el soporte de todo el sistema con los materiales implementados en el estudio de simulación de materiales se realizara fuerzas de 500N.

Mediante los estudios de análisis estáticos de piezas se puede determinar modelos compuestos al momento de realizar simulaciones de desplazamientos de fuerzas al ser aplicadas en los materiales así evaluando un factor de seguridad que resistirá el diseño a la fuerza ejercida están en escalas de fuerzas ejercidas de 1:1 es decir a los 500N establecidos soportando más de lo que se ejercerá para la ejecución del diseño en este caso se probó fuerzas de escala normal y con escalas mayores en Newtons lineales para tener un factor de seguridad apropiado del diseño.

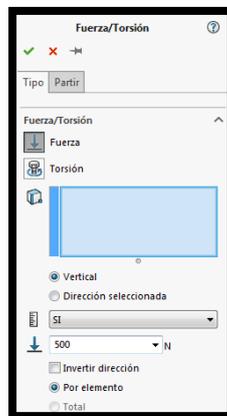


Figura 3.22 Ingreso de fuerzas de aplicación a sistema para discapacitados
Fuente: SolidWorks 2016

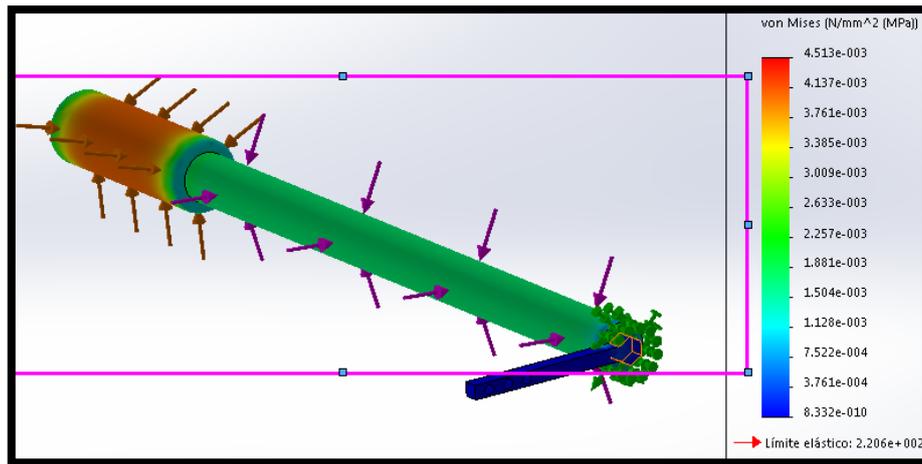


Figura 3.23 Análisis estático de palanca de ejecución
Fuente: Luis Pulupa

Verificando así su funcionalidad sin necesidad de realizar pruebas de campo. En la figura se puede observar los cambios del material al ser sometido a esfuerzos lo que ejerce las fuerzas se distingue por la coloración, el límite de fatiga o ruptura es coloración roja en este caso el material soporta no existe puntos frágiles.

3.6.1 Simulaciones de esfuerzos lineales y cortantes con sus respectivos esfuerzos en cada parte del sistema que ejecuta una fuerza.

En la figura 3.24 se muestra una deformación de una escala mayor con un 70% más para que llegue al límite de deformación en condiciones normales la parte que más sufre son las de coloración roja. Escala de deformación de 731.767

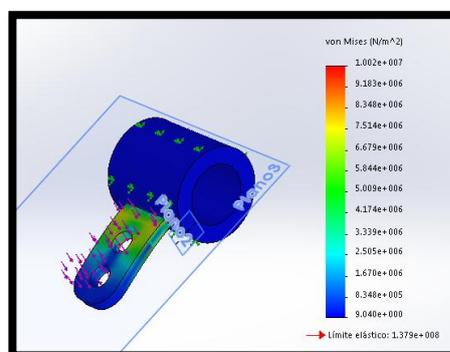


Figura 3.24 Deformación del bocín al 70% más de fuerza ejercida
Fuente: Luis Pulupa

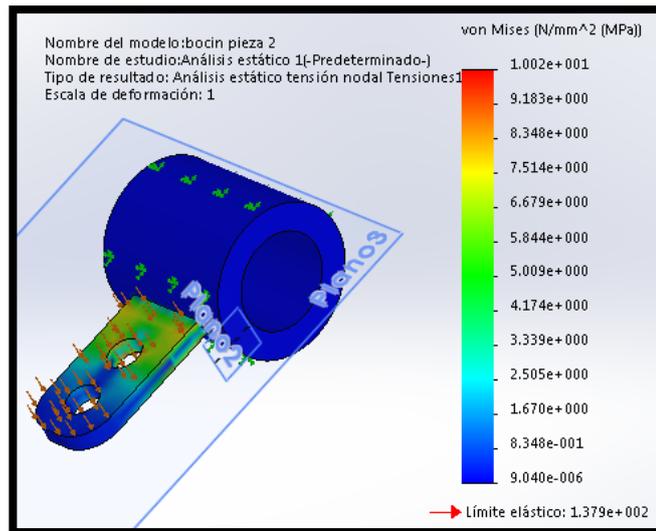


Figura 3.25 Soporte de Bocín a escala normal
Fuente: Luis Pulupa

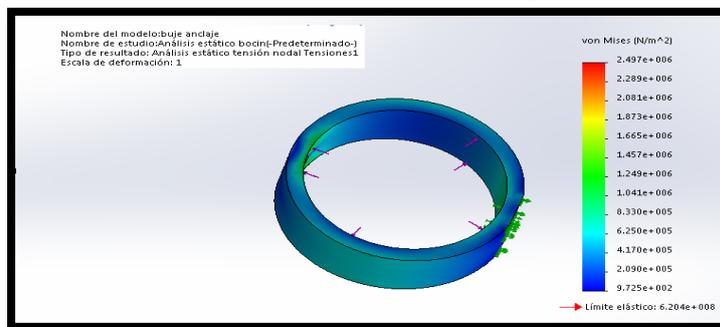


Figura 3.26 Análisis de buje de anclaje de bocines
Fuente: Luis Pulupa

Los anclajes de bocines lo que soportan un mayor esfuerzo son los prisioneros de ajuste que van en la palanca principal de accionamiento dando como resultado que las varillas de accionamiento tengan capacidad de desplazarse para ser ajustadas en diferente posición.

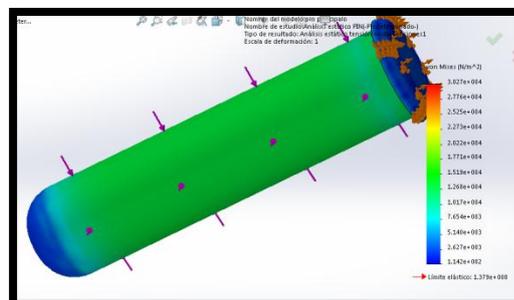


Figura 3.27 Análisis de cargas lineales y de torsión en pinos de sujeción de partes
Fuente: Luis Pulupa

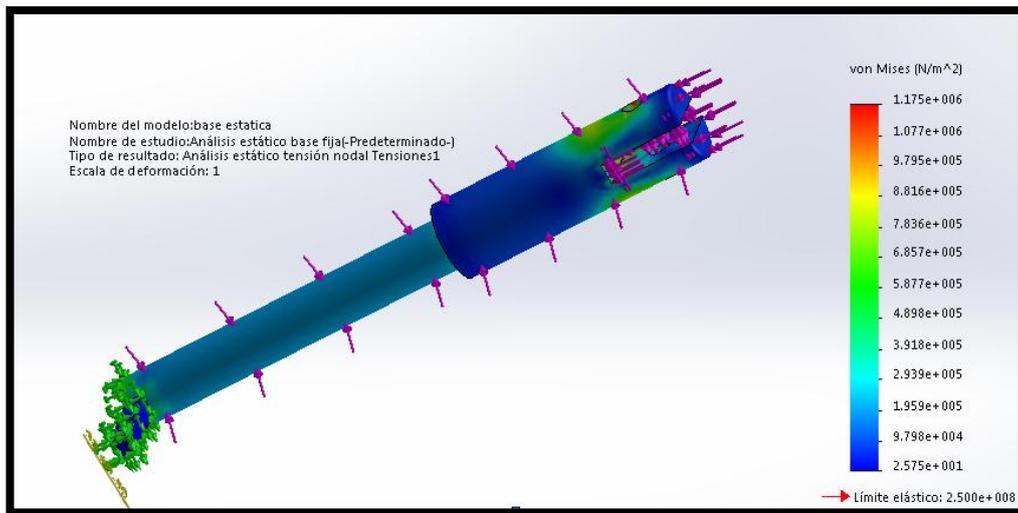


Figura 3.28 Base de sujeción de sistema de mandos
Fuente: Luis Pulupa

En la figura 3.29 se muestra como las fuerzas mayores a 500N con un 38% de escala mayor sucede una deformación extrema donde sujeta el bocín con la palanca de accionamiento. En escala normal la estructura de la pieza soporta los 500N en la zona verdosa es donde se genera el mayor esfuerzo o fatiga del material.

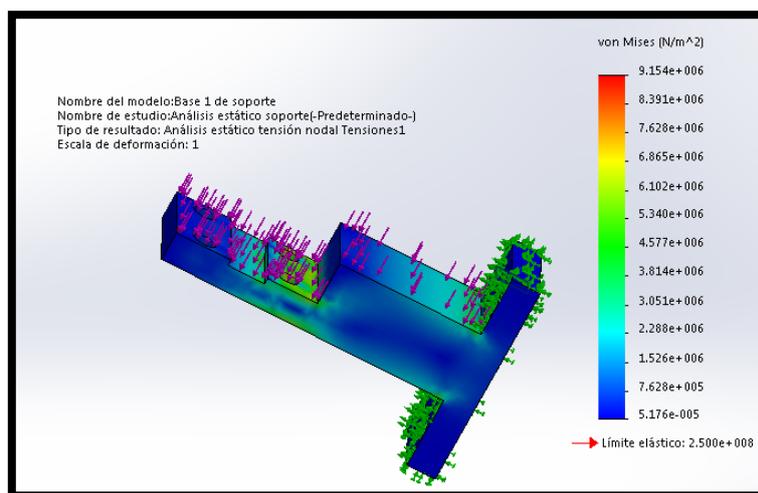


Figura 3.29 Soporte de base a escala normal soportado.
Fuente: Luis Pulupa

Esta base va sujeta al habitáculo del vehículo ya puede ser empernada de cualquier forma ya que es movable.

En el soporte de la base fija del mecanismo se observa partes saturadas en coloración roja pero esta parte está bien soportada ya que ingresa el pin de la base fija y es aprisionada.

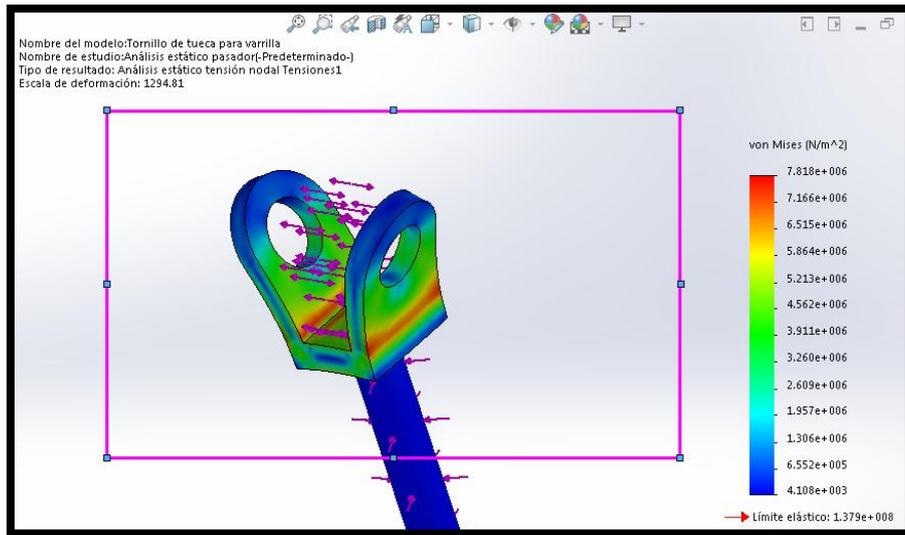


Figura 3.30 Tornillos de sujeción de varillas a escala mayor con 32%
Fuente: Luis Pulupa

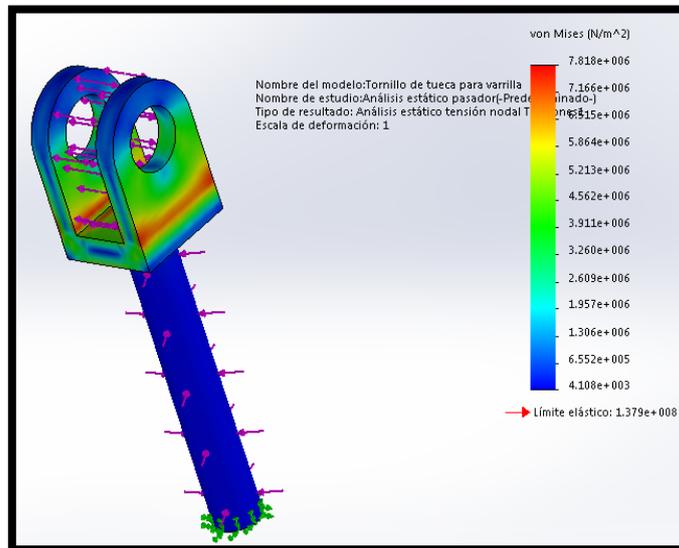


Figura 3.31 Tornillo de sujeción a escala normal 1
Fuente: Luis Pulupa

En las figuras 3.32 y 3.33 se observa las deformaciones por presiones lineales y donde sufren un mayor esfuerzo físico del material.

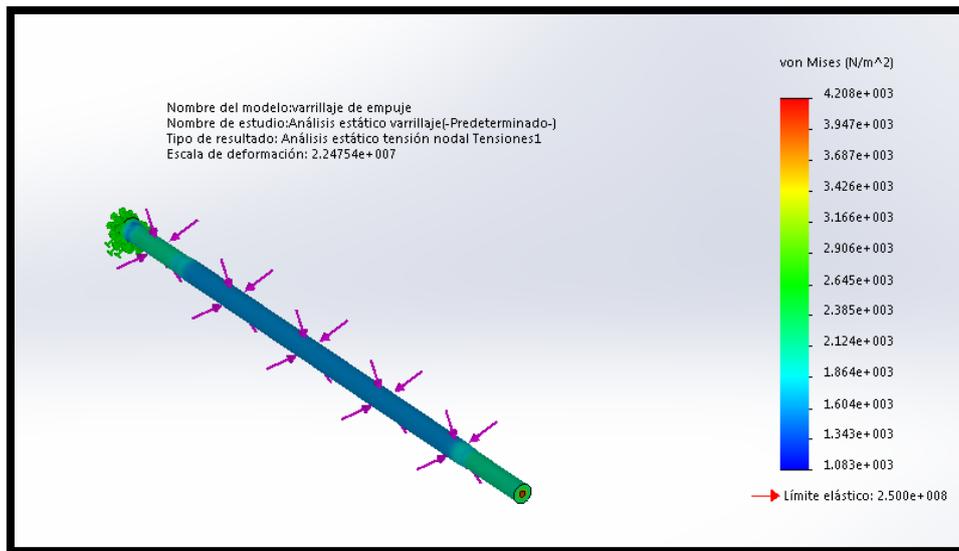


Figura 3.32 Análisis de material de varilla de accionamiento escala mayor
Fuente: Luis Pulupa

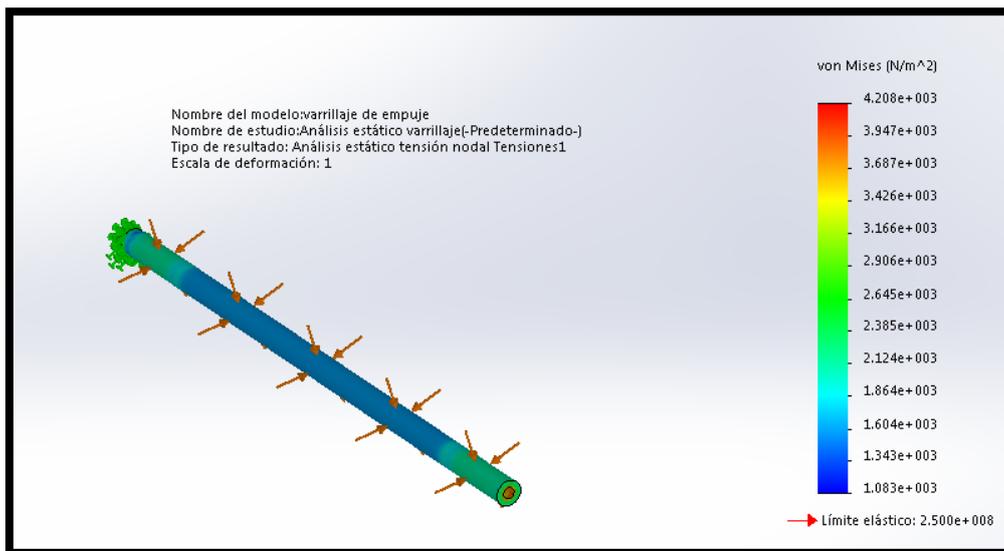


Figura 3.33 Análisis de esfuerzos de varilla escala normal
Fuente: Luis Pulupa

En la figura 3.37 y 3.38 se muestra como las fuerzas ejercidas se deforman más en las perforaciones roscadas para los sujetadores, pasando así la prueba de materiales, todas las piezas del mecanismo.

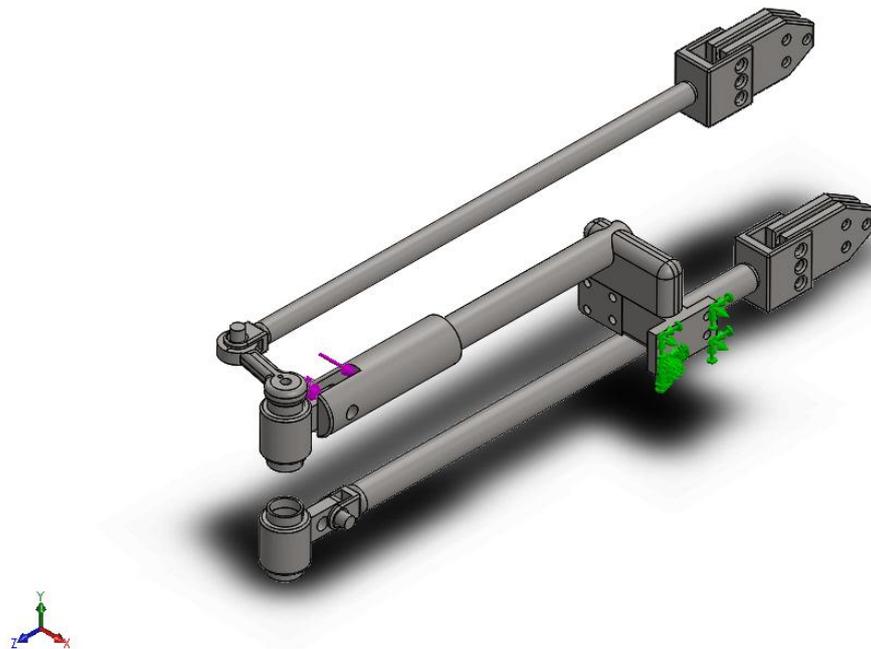


Figura 3.34 Varilla conectada con sujetador de pedales para acelerador.
Fuente: Luis Pulupa

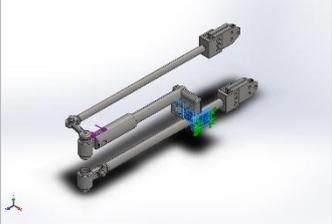
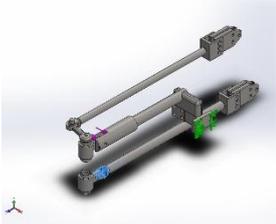
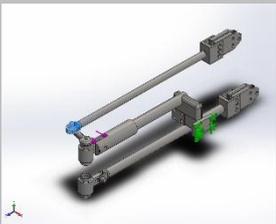
3.6.2 Simulación de esfuerzos al ejecutar pedales de acelerador y freno.

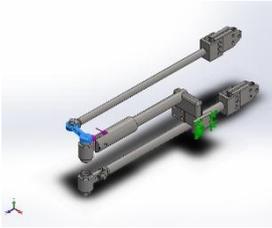
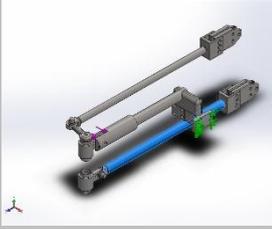
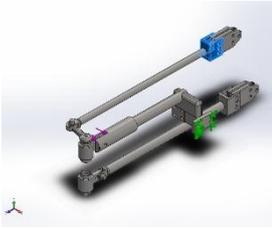
En este proceso se verifican todas las partes ensambladas y se simula ya los esfuerzos reales al momento de trabajar el sistema ya adaptado en un vehículo generando resultados.

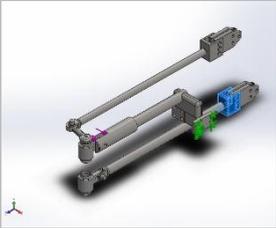
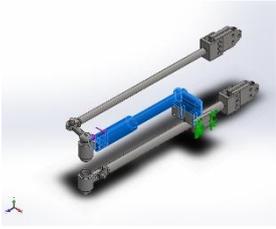
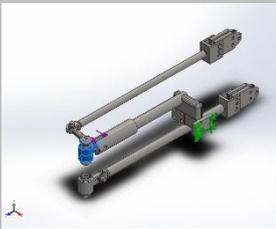
Tabla 3.9 Modelado de Ensamble

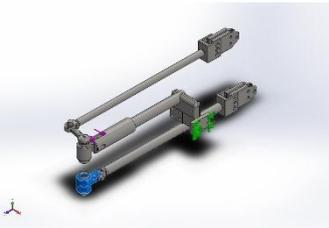
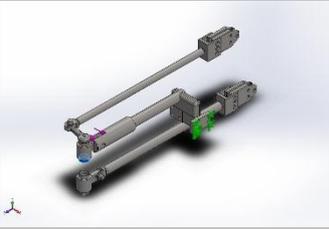
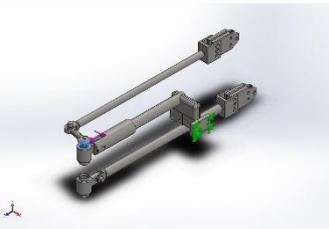


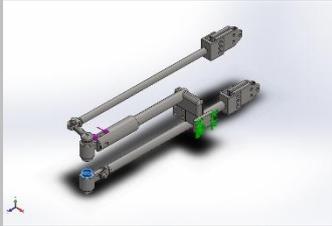
Nombre del modelo: Ensamble de sistema

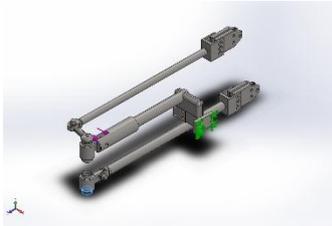
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo1	Sólido	Masa:0.669 946 kg Volumen:8.58905e-005 m ³ Densidad:7800 kg/m ³ Peso:6.56547 N	C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\Base 1 de soporte.SLDPRT Jan 23 23:23:09 2017
			
Redondeo22	Sólido	Masa:0.091 9423 kg Volumen:1.17875e-005 m ³ Densidad:7800 kg/m ³ Peso:0.901035 N	C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\Tornillo de tuerca para varrilla.SLDPRT Jan 23 23:23:06 2017
			
Redondeo22	Sólido	Masa:0.091 9423 kg Volumen:1.17875e-005 m ³ Densidad:7800 kg/m ³	C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\Tornillo de tuerca para varrilla.SLDPRT Jan 23 23:23:06 2017
			

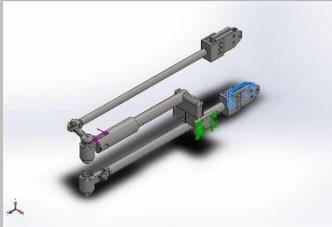
			Peso:0.9010
			35 N
Redondeo4	Sólido	Masa:0.226	C:\Users\Lucas\Download
		922 kg	s\Pulupa\Partes para ensamblaje
		Volumen:2.	01\abrazadera de varrilla a
		90925e-005 m^3	pedal.SLDPRT
		Densidad:78	Jan 21 15:14:54 2017
		00 kg/m^3	
		Peso:2.2238	
		3 N	
Redondeo3	Sólido	Masa:1.552	C:\Users\Lucas\Download
		89 kg	s\Pulupa\Sistema para
		Volumen:0.	Solid\barrillas de empuje.SLDPRT
		000199088 m^3	Jan 23 23:23:10 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m^3	
		Peso:15.218	
		3 N	
Redondeo1	Sólido	Masa:0.426	C:\Users\Lucas\Download
		674 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\base
		Volumen:5.	de pedales.SLDPRT
		47017e-005 m^3	Jan 23 23:23:05 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m^3	
		Peso:4.1814	
		N	

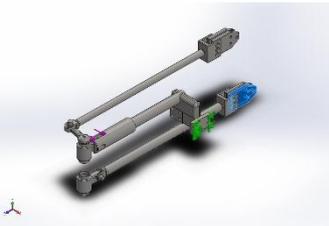
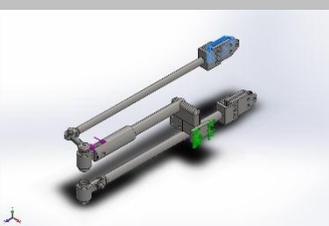
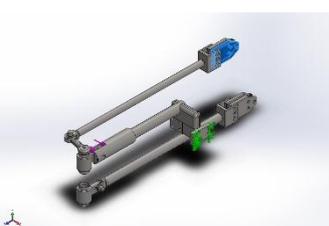
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.426 674 kg Volumen:5. 47017e-005 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:4.1814 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\base de pedales.SLDPRT Jan 23 23:23:05 2017</p>
<p>Redondeo4</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:3.585 79 kg Volumen:0. 000459717 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:35.140 8 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\base estatica.SLDPRT Jan 23 23:23:10 2017</p>
<p>Redondeo7</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.364 605 kg Volumen:4. 67442e-005 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:3.5731 3 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\bocin pieza 2.SLDPRT Jan 23 23:23:11 2017</p>

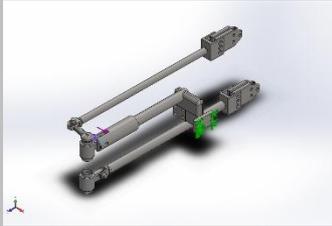
<p>Redondeo7</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.364 605 kg Volumen:4.67442e-005 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:3.57313 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\bocin pieza 2.SLDPRT Jan 23 23:23:11 2017</p>
<p>Cortar-Extruir3</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.013 2233 kg Volumen:1.6953e-006 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:0.129588 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\buje anclaje.SLDPRT Jan 21 15:14:45 2017</p>
<p>Cortar-Extruir3</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.013 2233 kg Volumen:1.6953e-006 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:0.129588 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\buje anclaje.SLDPRT Jan 21 15:14:45 2017</p>

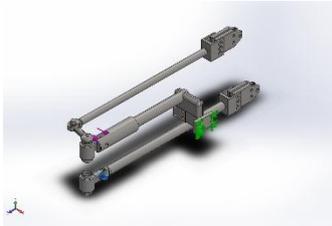
Cortar-Extruir3	S	Masa:0.013	C:\Users\Lucas\Download
	Sólido	2233 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\buje
		Volumen:1.	anclaje.SLDPRT
		6953e-006 m ³	Jan 21 15:14:45 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m ³	
		Peso:0.1295	
		88 N	

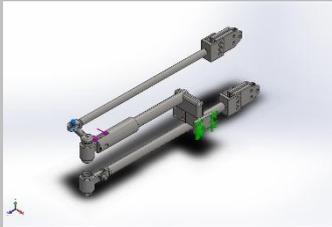
Cortar-Extruir3	Sólido	Masa:0.013	C:\Users\Lucas\Download
		2233 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\buje
		Volumen:1.	anclaje.SLDPRT
		6953e-006 m ³	Jan 21 15:14:45 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m ³	
		Peso:0.1295	
		88 N	

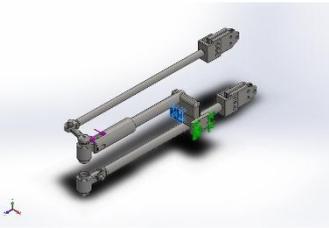
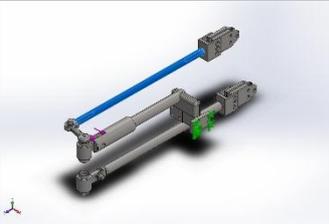
Redondeo1	Sólido	Masa:0.417	C:\Users\Lucas\Download
		714 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\pieza
		Volumen:5.	engrane bocin.SLDPRT
		35531e-005 m ³	Jan 23 23:23:09 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m ³	
		Peso:4.0936	
		N	

<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.417 714 kg Volumen:5. 35531e-005 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:4.0936 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Download s\Pulupa\Sistema para Solid\pieza engrane bocin.SLDPRT Jan 23 23:23:09 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.417 714 kg Volumen:5. 35531e-005 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:4.0936 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Download s\Pulupa\Sistema para Solid\pieza engrane bocin.SLDPRT Jan 23 23:23:09 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.417 714 kg Volumen:5. 35531e-005 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:4.0936 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Download s\Pulupa\Sistema para Solid\pieza engrane bocin.SLDPRT Jan 23 23:23:09 2017</p>

Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:0.031	C:\Users\Lucas\Download
		9848 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\pin
		Volumen:4.	principalo.SLDPRT
		10061e-006 m ³	Jan 21 15:14:54 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m ³	
		Peso:0.3134	
		51 N	

Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:0.031	C:\Users\Lucas\Download
		9848 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\pin
		Volumen:4.	principalo.SLDPRT
		10061e-006 m ³	Jan 21 15:14:54 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m ³	
		Peso:0.3134	
		51 N	

Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:0.031	C:\Users\Lucas\Download
		9848 kg	s\Pulupa\Sistema para Solid\pin
		Volumen:4.	principalo.SLDPRT
		10061e-006 m ³	Jan 21 15:14:54 2017
		Densidad:78	
		00 kg/m ³	
		Peso:0.3134	
		51 N	

<p>Saliente-Extruir5</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.170 103 kg Volumen:2. 1808e-005 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:1.6670 1 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Download s\Pulupa\Sistema para Solid\soporte de ajuste.SLDPRT Jan 23 23:23:08 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:1.151 08 kg Volumen:0. 000147574 m³ Densidad:78 00 kg/m³ Peso:11.280 6 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Download s\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\varrillaje de empuje.SLDPRT Jan 23 23:23:06 2017</p>

Fuente: Luis Pulupa

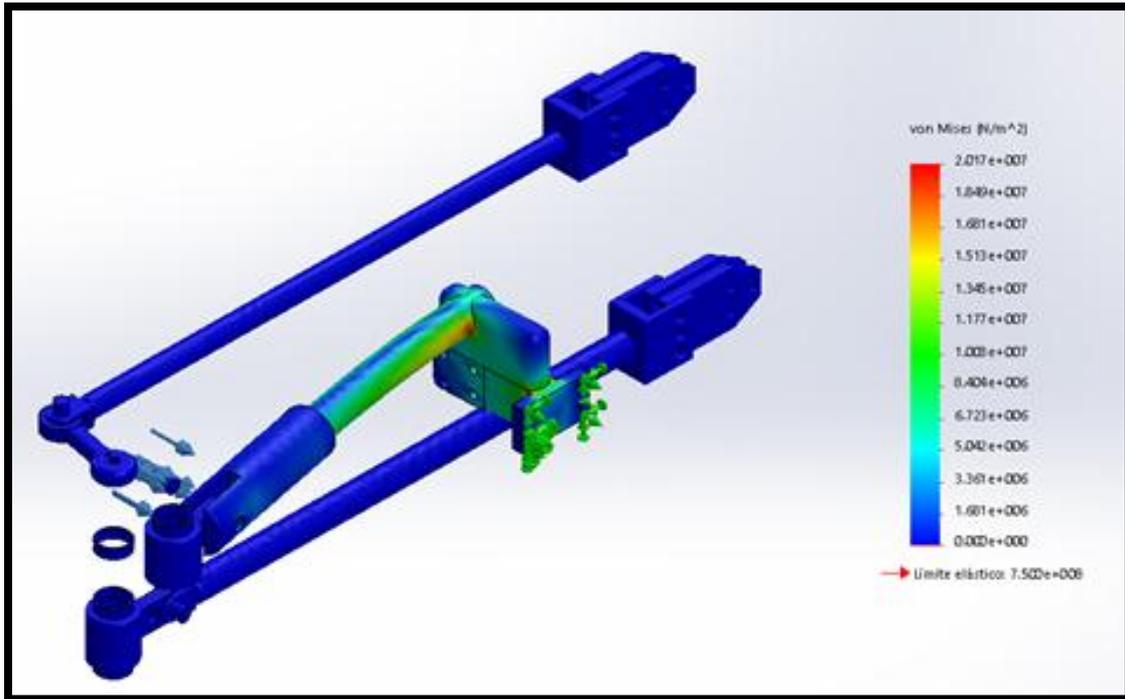


Figura 3.35 Cargas ejercidas en el sistema a una escala mayor a 500 N
Fuente: Luis Pulupa

En la simulación de todo el sistema existen partes que sufren mayores esfuerzos en los materiales, el software SolidWorks muestra según la coloración si la pieza soporta el esfuerzo según el material y el espesor.

En este caso se utiliza aceros aleados y el más común estructural A36 para ciertas partes y el acero A316 que es un aleado de mayor elasticidad y resistencia que prácticamente es un acero aleado.

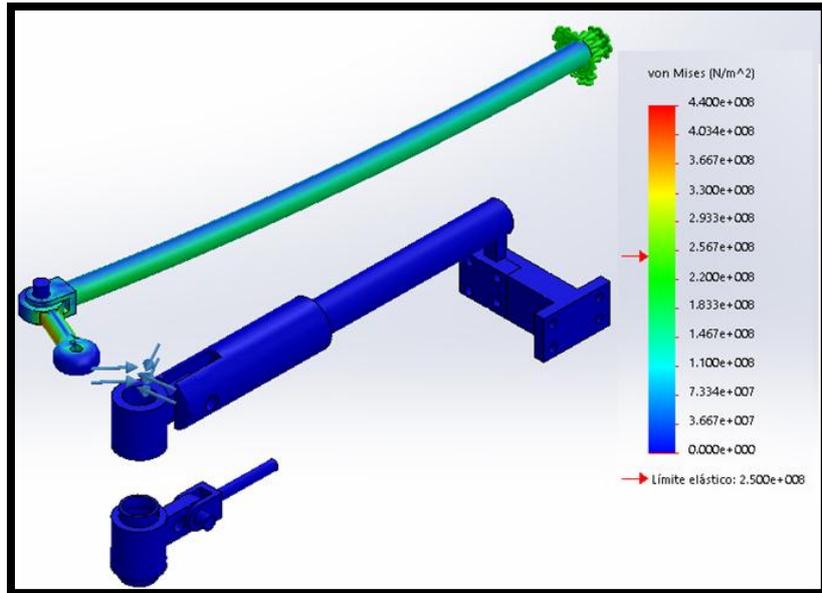


Figura 3.36 Esfuerzos ejercidos en la varilla a mayor escala para ver el soporte
Fuente: Luis Pulupa

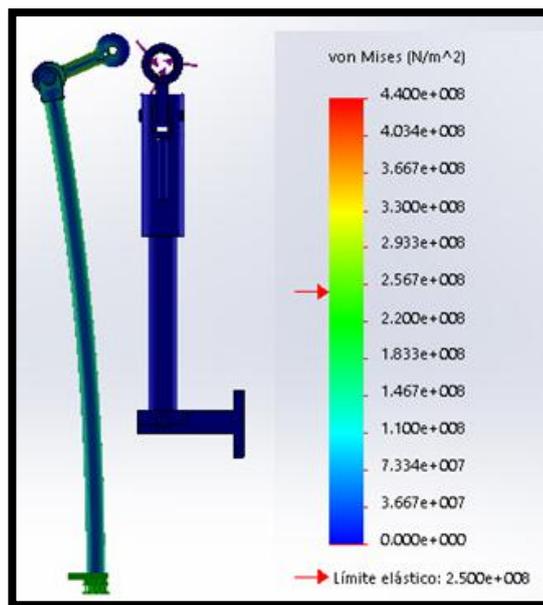


Figura 3.37 Vista de pandeo al generar esfuerzos con sobrecarga a mayor escala
Fuente: Luis Pulupa

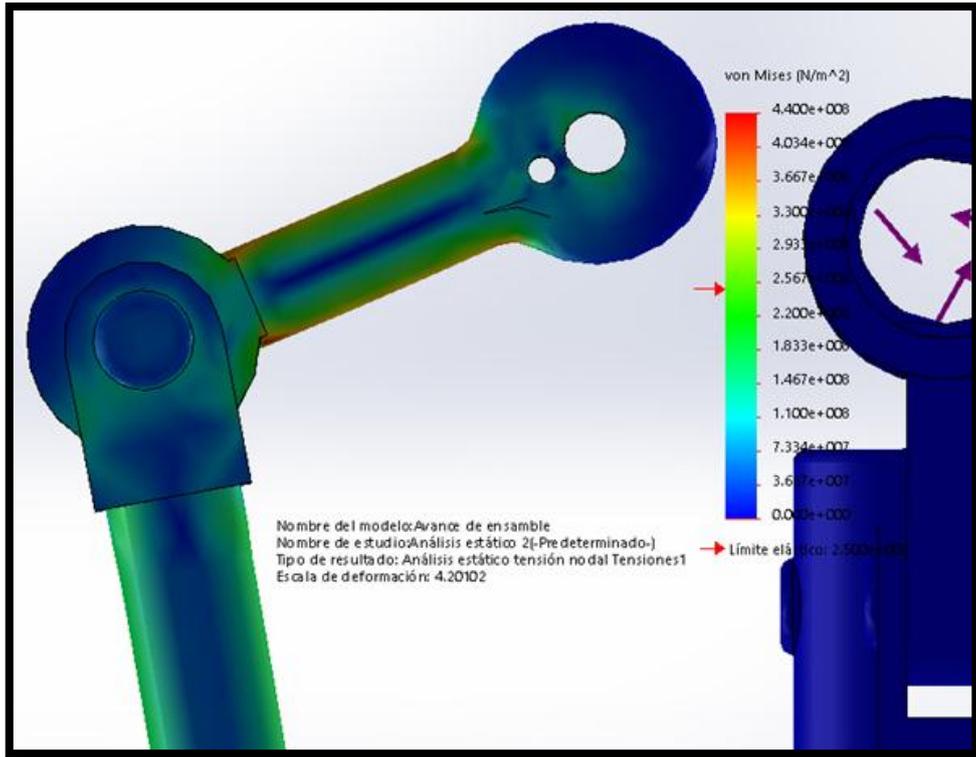


Figura 3.38 Cargas ejercidas en brazo de sujeción de varillaje a mayor escala
Fuente: Luis Pulupa

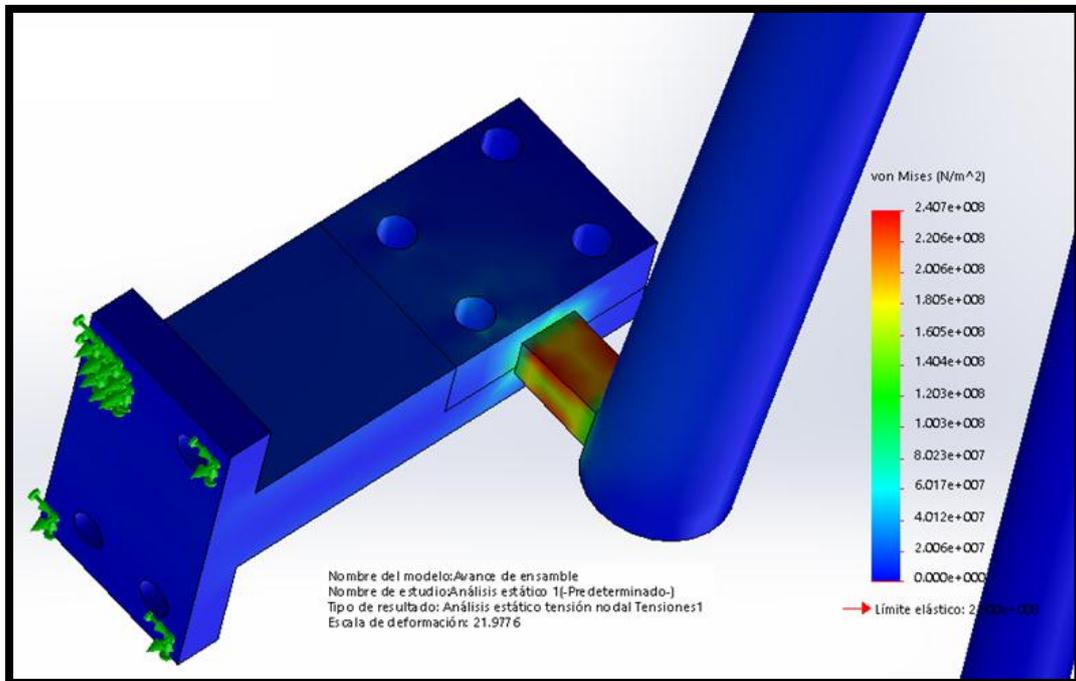


Figura 3.39 Modelo de simulación de anclaje de sistema a mayor escala 30% más
Fuente: Luis Pulupa

3.6.3 Resultados del estudio de simulación de esfuerzos y funcionalidad

En el sistema de sujeción de la Figura 3.44 es una de las partes principales del mecanismo se observa que el soporte que es un eje que se engrapa con cuatro pernos se fatiga de una manera muy rápida pero se toma en cuenta que las fuerzas ejercidas están a una escala mayor lo que en el estudio recomienda es mejorar esta parte del sistema de soporte.

Para mejorar el sistema se realiza una base de mayor diámetro que soporta de una manera más eficiente sin que exista una deformación o un desgaste prematuro al ser ejecutado todo el sistema en las siguiente Figura 3.45 se observa la fuerzas ejercidas no afectan de una manera extrema se puede concluir que el diseño soporta todo parámetro de infraestructura.

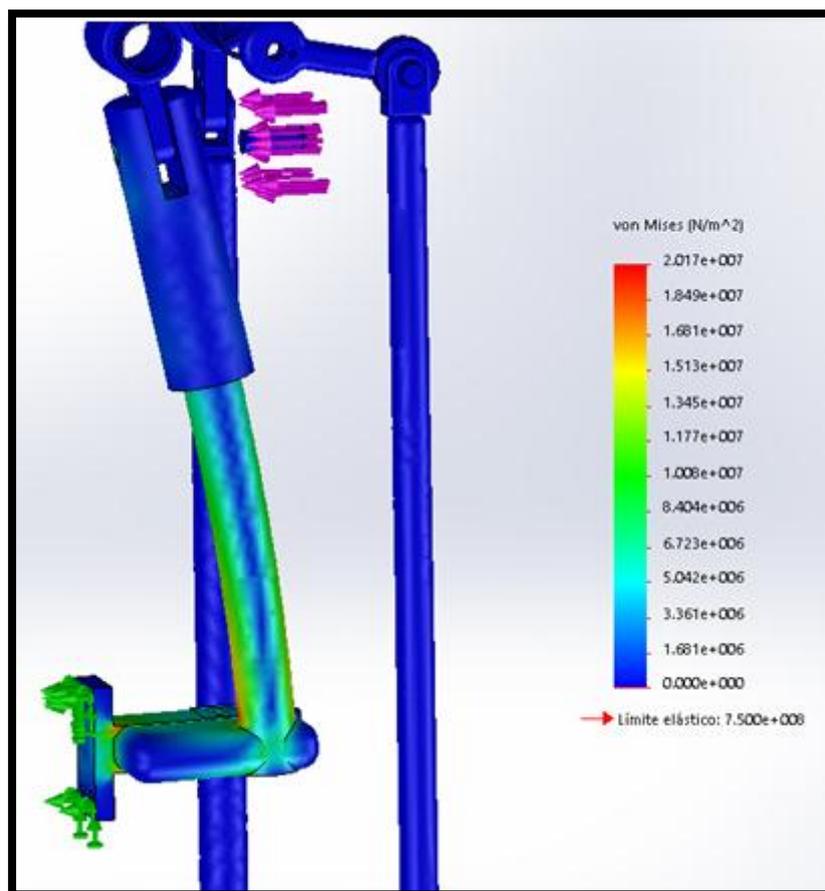


Figura 3.40 Soporte rediseñado de anclaje del sistema
Fuente: Luis Pulupa

A lo que se refiere en funcionalidad del sistema ya accionando el mecanismo al acelerar o frenar resulta un buen desempeño, pero al momento de regresar los pedales existe un mayor tiempo o esfuerzo para desacelerar o dejar de frenar para ello en el sistema a adaptar se deberá reforzar con un resorte que ayude a recuperar más rápido la desaceleración y el freno, esto dependerá si el auto logra regresar con facilidad los pedales.

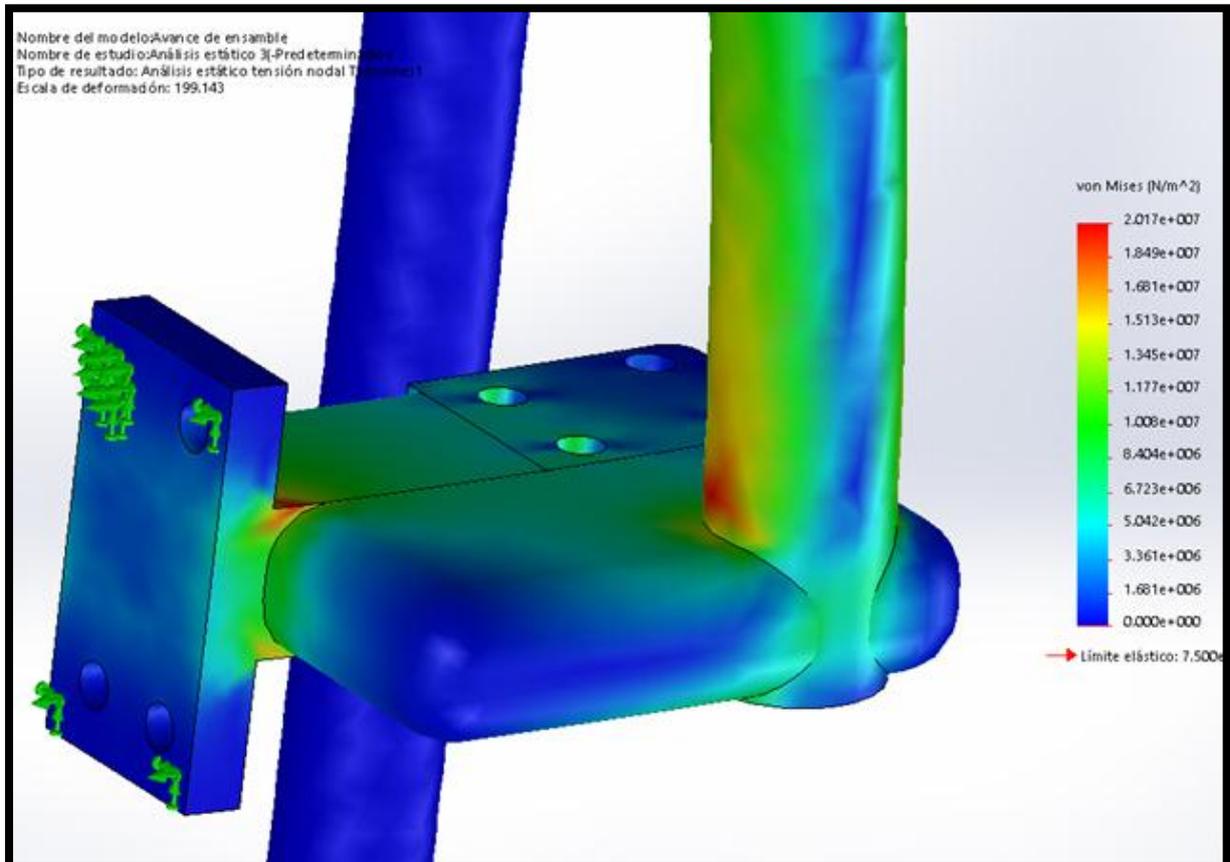


Figura 3.41 Soporte de anclaje sufre menos a las fuerzas ejercidas
Fuente: Luis Pulupa

3.7 Factor de seguridad del diseño

La teoría de fatiga se basa en gran medida, en datos experimentales que el software SolidWorks arroja. El factor de confiabilidad o de seguridad se le denomina como, K_c , corrige la resistencia a la fatiga de tal manera que se tenga una mayor probabilidad (y confiabilidad) de que la resistencia real de una pieza sea mayor o igual que el valor corregido o estudiado. Para la determinación de este factor se supone

que la desviación estándar de la resistencia a la fatiga es de **8%**. Utilizando ecuaciones estadísticas correspondientes a la campana de Gauss (distribución normal) se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 3.10 Factor de confiabilidad o de seguridad

Confiabilidad (%)	50	90	99	99.9	99.99	99.999
K_c	1	0.897	0.814	0.753	0.702	0.659

Fuente: (Budynas, 2008)

El factor de confiabilidad varía entre 0 y 1. Teóricamente, una confiabilidad del 100% no se podría lograr ya que la campana de Gauss se extiende hasta menos infinito; sin embargo, como se observa en el diagrama de barras de la figura 3.47, los datos reales se extienden en un rango finito de valores. Para propósitos prácticos, una confiabilidad teórica del 99.9% sería suficiente en muchos casos. El diseñador decide con que confiabilidad trabaja, aunque es bueno recordar que el factor de seguridad, N , tiene en cuenta también las incertidumbres en las propiedades del material y en los datos experimentales. La decisión de tomar cierta confiabilidad debe estar ligada a la selección de N ; para valores bajos de N se podrán tomar confiabilidades altas, mientras que para valores muy conservadores, no sería necesario un valor grande de confiabilidad.

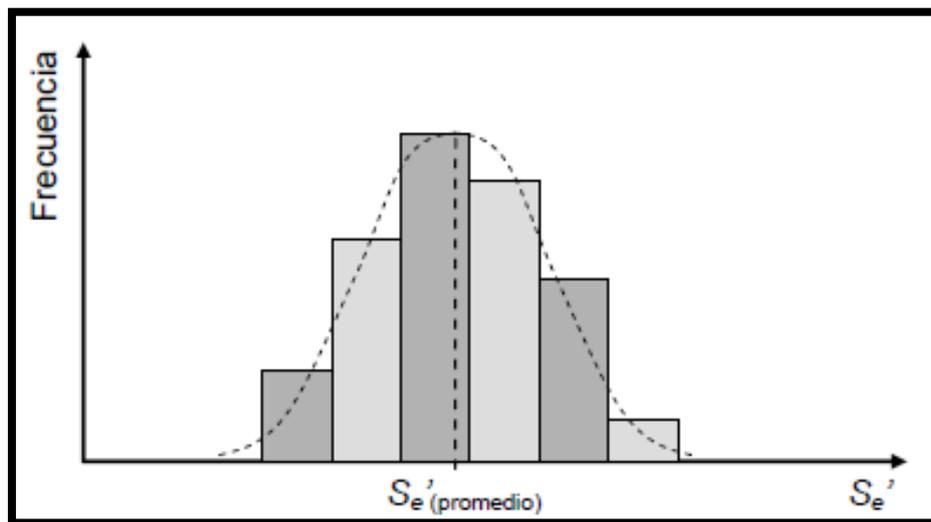


Figura 3.42 Campana de Gauss

Fuente: (Budynas, 2008)

Le factor de seguridad calcula de la siguiente manera el SolidWorks las cargas aplicadas tiene los límites de elasticidad como se ha observado en el anterior capítulo con la siguiente

formula y lo explicado antes se observara si el material sufre alguna deformación o fractura. El factor de seguridad se le conoce como FOS.

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Limite elastico del material}}{\text{Esfuerzo maximo de Von misses}}$$

$$\text{Factor de seguridad (FOS)} = \frac{\text{Limite elastico del material}}{\text{Esfuerzo maximo de Von misses}}$$

$$FOS = \frac{275.7 \text{ Mpa}}{435.8 \text{ Mpa}}$$

$$FOS = 0.63$$

Este factor de seguridad debe ser como mínimo 1 para garantizar que el mecanismo soporte dos veces los esfuerzos sometidos y se obtenga el factor de seguridad pero esto implica mucho más cosas como son materiales o más grande el diseño pero sería un costo mayor esto depende ya del diseñador. En el mecanismo diseñado tenemos que el sistema soporta más de tres veces el esfuerzo normal como se muestra en el diseño de SolidWorks

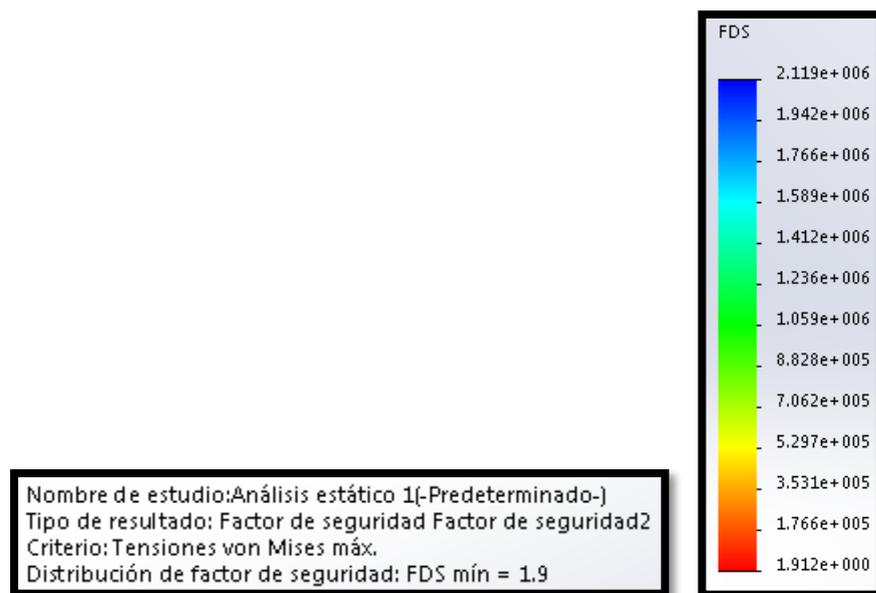


Figura 3.43 Análisis de factor de seguridad en diseño completo
Fuente: SolidWorks

El análisis de factor de seguridad mediante el software SolidWorks nos genera una distribución de factor de seguridad de 1.9 es decir que el mecanismo soportara dos veces el esfuerzo planteado por el diseño si para ejecutar los mecanismos necesitamos 360 Newton el diseño soportara el doble es decir con el 1.9 soporta un 90% más que representarían 684 Newton al ser ejecutado el diseño es confiable para el uso ya demostrando el factor de seguridad mediante el cálculo de la elasticidad del material y propiedades.

CAPÍTULO IV

4 Análisis de costos para implementación de diseño para personas con paraplejía

Para la implementación del sistema se necesitan materiales a construir y mano de obra a lo que refiere instalación y piezas en torno a continuación se detallan los costos.

4.1 Costos directos

Los costos directos son mano de obra directa, materiales como materia prima que se utilizara para la construcción del diseño.

Tabla 4.1 Costos directos en la implementación del diseño

Materiales	Unidades	Costos
Material ASTM A 36 para soporte 25 X 20 X 25 cm	1	80
Varilla axial 1/2 pulgada de largo 60 cm material ASTM A36	1	60
Varilla axial 5/16 pulgada largo 100 cm	2	60
Varilla axial de 1 pulgada 100 cm	1	20
Mango de caucho cobertor esponja 1 pulgada	1	15
Pasador (Pin) de abrazo de ejecución acelerador 1"	3	10
pernos Inox M8 1" 1/2	5	3
pernos Inox M8 1"	8	2
Bujes de Acero Aleado A 316	2	45
terminales sujetadores roscables	4	15
Instalación en vehículo	1	100
Acoples a vehículo	1	50
Investigación de diseño	1	1000
TOTAL		1470

Fuente: Luis Pulupa

4.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos son las partes que afectan al proceso del diseño como son los mecanizados y diseños especiales de las partes siendo estos realizados por terceros sin constar como beneficiarios del diseño a realizar.

Tabla 4.2 Costos Indirectos en la implementación del diseño

1	Diseño en software	1	200	200
2	Diseño en CNC	1	400	400
3	Mecanizados en Torno lineales	1	40	40
TOTAL				640

Fuente: Luis Pulupa

4.3 Costos del diseño con investigación

En la tabla 4.3 se determinan todos los costos con el tema de investigación de los mecanismos y distintos diseños.

Tabla 4.3 Costos del diseño con investigación

N.-	Materiales	Unidades	Costos	Total
1	Material ASTM A 36 para soporte 25 X 20 X 25 cm	1	80	80
2	Varilla axial 1/2 pulgada de largo 60 cm material ASTM A36	1	60	60
3	Varilla axial 5/16 pulgada largo 100 cm	2	60	120
4	Varilla axial de 1 pulgada 100 cm	1	20	20
5	Mango de caucho cobertor esponja 1 pulgada	1	15	15
6	Pasador (Pin) de abrazo de ejecución acelerador 1"	3	10	30
7	pernos inox M8 1" 1/2	5	3	15
8	pernos inox M8 1"	8	2	16
9	Bujes de Acero A 316	2	45	90
10	terminales sujetadores roscables	4	15	60
11	Investigación de diseño	1	1000	1000
Diseño y Mano de Obra				
1	Diseño en software	1	200	200
2	Diseño en CNC	1	250	250
3	Mecanizados en Torno lineales	1	40	40
4	Instalación en vehículo	1	100	100
5	Acoples a vehículo	1	50	50
TOTAL				2146

Fuente: Luis Pulupa

4.4 Costos del sistema de implementación sin investigación del diseño.

En la tabla 4.4 ya no se toma en cuenta el desarrollo de la investigación del diseño y sus costos son menores.

Tabla 4.4 Costos de implementación del sistema sin investigación del diseño.

N.-	Materiales	Unidades	Costos	Total
1	Material ASTM A 36 para soporte 25 X 20 X 25 cm	1	80	80
2	Varilla axial 1/2 pulgada de largo 60 cm material ASTM A36	1	60	60
3	Varilla axial 5/16 pulgada largo 100 cm	2	60	120
4	Varilla axial de 1 pulgada 100 cm	1	20	20
5	Mango de caucho cobertor esponja 1 pulgada	1	15	15
6	Pasador (Pin) de abrazo de ejecución acelerador 1"	3	10	30
7	pernos inox M8 1" 1/2	5	3	15
8	pernos inox M8 1"	8	2	16
9	Bujes de Acero A 316	2	45	90
10	terminales sujetadores roscables	4	15	60
Diseño y Mano de Obra				
1	Diseño en software	1	0	0
2	Diseño en CNC	1	200	200
3	Mecanizados en Torno lineales	1	40	40
4	Instalación en vehículo	1	100	100
5	Acoples a vehículo	1	50	50
			TOTAL	896

Fuente: Luis Pulupa

Como se observa en los costos de implementación genera un valor aproximado de 896 dólares lo que está alrededor de los precios promedios de un sistema mecánico al punto que se quiere llegar con el estudio del diseño es que se pueda implementar un tipo de producción de los distintos mecanismos.

4.5 Precio de venta al público.

En el diseño dando un precio al público se debe restar la instalación y los acoples que se utilizan en el montaje al vehículo ya que solo sería el costo del mecanismo a esto le puede elevar un 40% de su costo ya que el que produzca el prototipo sería el fabricante generando un precio al público de 746 dólares más el 40% sería un valor aproximado de 1044.44 dólares para la comercialización de los equipos.

4.6 Componentes para el sistema en el mercado ecuatoriano

Los materiales utilizados en el diseño son accesibles en el mercado ecuatoriano ya que para los trabajos de las piezas se lo realiza con aceros comerciales aleados para planchas y vigas, que son necesarias para la construcción del diseño.

4.6.1 Tipos de Implementaciones factibles para vehículos N1

Las implementaciones para vehículos N1 con lleva una mejora para las personas parapléjicas que pueden trasladarse por sí solos sin la necesidad de alguna persona más en el caso ya investigado cualquier implementación que ayude y satisfaga las necesidades de una persona con estas faltas locomotoras son factibles.

En la investigación se a determinar que algo muy e indispensable es la parte económica ya que de esto parte para una adaptación ya sea mecánica o electrónica en este caso se estudió un mecanismo mecánico que sea accesible en lo económico y genérico para cualquier tipo de vehículo N1. Es decir que el mecanismo diseñado es regulable para ser adaptado en cualquier vehículo de transmisión automática. Y dicho mecanismo puede ser producido en serie para ser comercializado.

Entre las implementaciones más factibles según costos del mecanismo y la instalación de dispositivos son:

1. Varillajes de accionamiento de pedales para vehículos de transmisión automática
2. Varillaje de accionamiento de pedales para vehículos con transmisión manual.
3. Sistemas de accionamiento con mandos electrónicos en transmisiones automáticas.
4. Palancas o pomos para facilidad de manejo de volante.
5. Accionadores electrónicos y lógicos de mandos mediante voz.

6. Sensores de posición de vehículo.
7. Sensores de alerta de peligro de impacto.
8. Sensores de estacionamiento y manejo mediante señales de GPS del vehículo.

4.7 Tipos de Vehículos N1 homologados para implementaciones

En el Ecuador existen diferentes representantes de marcas de vehículos como algunas de las marcas más importantes que son Chevrolet, Kia, Hyundai y Toyota, estas marcas lo único que realizan son los tramites de importación especializados en todos los procesos de adunas pero no en si vehículos con adaptaciones para personas minusválidas, los recursos necesarios para importación es tener más del 40% en discapacidad para aplicar a los beneficios adquiridos.

Las modificaciones en los autos adaptados para minusválidos, se adecuan a la legislación vigente en el caso de las homologaciones estos se registran en la ANT (en la agencia nacional de tránsito) como autos N1 Y M1 dependiendo el modelo cada marca de comercialización realiza los trámites necesarios de los autos que quieren que sean comercializados en el país no existe una ley sobre equipos adaptados en vehículos para discapacitados solamente que al momento de matricular existen algunas preferencias en lo que respecta pagos. En algunos países los automóviles pueden ser modificados durante el proceso de fabricación o realizarse posteriormente como se lo realiza comúnmente en todos los países.

En el caso de las personas con discapacidad necesitan obtener un permiso debe cumplir una cierta serie de trámites. En primer lugar, para determinar qué adaptaciones necesitará su auto a conducir, la persona discapacitada que desee la licencia de conducir, deberá acudir a un centro de capacitación para conducir y salud donde se valorara su discapacidad realizado en el Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS), y le será entregado un informe en el que se verán reflejadas las adaptaciones necesarias para el vehículo que deberá usar esto en el país lo realizan las agencias o escuelas de conducción ya que ellos entregan las licencias de tipo F.



Figura 4.1 Licencia para personas discapacitadas tipo 'F'
Fuente: Corpaire Quito

A lo que refiere en normativas de seguridad en los vehículos la entidad que ejerce aquí en el país se denominada CORPAIRE Quito según el Ing. Steban Basantes capacitador de dicha empresa los mecanismos adaptados para personas minusválidas no impiden la revisión técnica deben ser maniobrables para cualquier conductor, y si cumplen la parte técnica pueden circular sin ningún inconveniente nos recalcó que para este tipo de adaptaciones no existe ninguna normativa de ley para este tipo de autos adaptados para personas minusválidas.

4.8 Costos en el sector automotriz con implementaciones en sistemas para discapacitados.

Las implementaciones de adaptaciones aquí en el Ecuador no son muy comunes ya que no hay empresas o talleres que se dediquen a dar estos servicios ya que en el estudio demuestra que el sector de la población personas discapacitadas en este caso parapléjicas esta descuidado y no hay servicios de venta de equipos o adaptaciones, según datos investigativos mediante la CONADIS explico que hay muy pocos autos adaptados para la conducción y que las instalaciones o componentes se importan desde Europa la mayoría pero son muy costosos en precios de varillajes de adaptación oscilan en los \$800 a \$1200 dólares y los equipos ya electrónicos van desde los 1500 a 3500 dólares dependiendo la clase de vehículo que se va instalar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En el Ecuador existe 408.026 personas discapacitadas de esta población el 40 % son discapacidades físicas con porcentajes de magnitud de discapacidad del 50% hasta el 75% de

discapacidad y la mayoría son por situaciones de deficiencia en las extremidades inferiores llamadas parapléjicas con el 25% descrito por el CONADIS.

En el país existe un mayor porcentaje de personas con discapacidad en la parte física con un 47,52% seguida por la parte intelectual 22.31% y la parte auditiva con un 12.72% son las discapacidades de mayor índice que están inscritos en el CONADIS.

Los vehículos adecuados según normativas de ley y seguridad son menores de 3500kg en estos constan vehículos sedan N1 y M1 esta última son camionetas menores del peso ya dicho.

Las adecuaciones e implementaciones para personas discapacitadas en sus extremidades inferiores existen un gran variedad desde equipos adaptados mecánicos hasta sistemas electrónicos avanzados con sensores de estas implementaciones solamente depende el factor económico, en el caso de normas de adaptaciones o autos modificados para personas parapléjicas no existe documentación en el País con leyes que rijan para este tipo de implementaciones en este caso las adaptaciones son libres lo que regula la agencia nacional de tránsito es la parte mecánica a lo que refiere motor, suspensión, frenos.

Al implementar este diseño mejoraría la vida para las personas que anhelan tener su movilidad sin necesidad de tener a alguien que los pueda trasladar de un lugar a otro, valorando el diseño este puede acomodarse o acoplar a cualquier auto automático para funcionar en óptimas condiciones.

RECOMENDACIONES

En el estudio se determina que la población de personas discapacitadas es un buen porcentaje del total de ecuatorianos y este sector es muy vulnerable por más que han mejorado las leyes orgánicas de salud pública.

A lo que se refiere en el diseño se debe determinar correctamente las fuerzas ejercidas que trabajara el sistema se debe buscar correctamente los materiales necesarios ya que de ello dependen los trabajos de los esfuerzos ya que cada material tiene diferentes componentes, densidades y distintos comportamientos al ser ejercidos presiones de trabajo.

A lo que se refiere en el diseño del sistema se necesita conocer las medidas correctas de cada pieza para poder realizar cálculos correctos para que al momento de construir no sufran fatiga

Los varillajes de sujeción a los pedales deben ser de una medida de 40 a 50 cm de largo para poder realizar la curvatura en los pedales si es necesario por esa razón se tiene los pasadores de los pedales roscables.

Los pernos roscables son regulables para aumentar la altura y estos van ajustados con una contratuerca para fijarlos cuando ya estén conectados a la medida necesaria.

El diseño con los materiales predeterminados llevo a pesar 9.5 kg según el software SolidWorks.

En el diseño simulado se observa que se demora en regresar los mandos se recomienda usar resortes o acoplar algún tipo de amortiguador de empuje que ayude a regresar el mecanismo a su posición original facilitando a la persona en la conducción y evitando fatiga a la misma.

BIBLIOGRAFIA

Acosta, E. M. (01 de 05 de 2014). *Automotriz.net*. Recuperado el 10 de 09 de 2016, de <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-45.html>

adaptadas, I. S. (01 de 05 de 2016). *www.irrintzisolucionesadaptadas.com*. Recuperado el 09 de 06 de 2016, de <http://www.irrintzisolucionesadaptadas.com/cas/site/productos-ficha.asp?id=46>

AEADE. (2015). *Anuario*. Quito - Ecuador: Grupo El Comercio.

Araujo, A. (7 de 07 de 2014). Maresa lanza vehiculos pra personas con discapacidad. *El Comercio*, pág. 1.

Automovil, C. d. (01 de 09 de 2015). *Adaptaciones Coches*. Recuperado el 12 de 06 de 2016, de <http://www.adaptacion-coches.es/>

Barahona, J. (2015). Autos para discapacitados Maresa. *Acelerando*, 1-5.

Bosch, S. (05 de 05 de 2014). *Sabelotodo*. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>

Budynas, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico: Mc Graw - Hill.

e-auto. (05 de 10 de 2015). *Acelerador electronico*. Recuperado el 19 de 11 de 2016, de <http://e-auto.com.mx/enuw/index.php/nosotros>

Ferreya, G. (08 de nov de 2012). *noticias.ve.autocosmos.com*. Recuperado el 20 de 05 de 2016, de <http://www.discapacidadonline.com/como-adaptar-autos-personas-discapacidad.html>

- Gutierrez, L. (2016). Sistemas de asistencia de conducción. *Crashtest*, 52-53.
- INENE. (01 de 06 de 2012). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Iñiguez, J. (25 de 06 de 2014). Personas con discapacidad fallan al importar vehiculos. *El Mercurio*, págs. 2-5.
- Kia. (06 de 01 de 2016). *Kia.com.ec*. Recuperado el 15 de 09 de 2016, de <https://www.kia.com.ec/Autos/cerato-forte.html>
- magazine, A. (12 de 06 de 2016). *www.autobodymagazine.com.mx*. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2012/08/08mecanica3/
- Man. (12 de 09 de 2015). *Track. man.eu*. Recuperado el 09 de 06 de 2016, de <http://www.truck.man.eu/es/es/mundo-man/tecnologia-y-competencia/tecnica/-asistente-de-frenado-de-emergencia/Asistente-de-frenado-de-emergencia.html>
- Mott, R. (2010). *Resistencia de Materiales*. Mexico: Pearson Mexico.
- Perez, U., & Reyes. (2014). Desarrollo de habilidades personales y sociales de las personas con discapacidad. En P. Urquia, *Desarrollo de habilidades personales y sociales de las personas con discapacidad* (págs. 8-9). España: Tutor Formación.
- Riquelme, S. (12 de 06 de 2015). *Taringa*. Recuperado el 15 de 06 de 2016, de www.taringa.net/post/autos-motos/16485725/Sistema-de-Frenos---Tipos---clasificacion---detalles.html
- Ruis, J. F. (2013). *La Seguridad vial y las personas de Movilidad reducida*. Valencia, España: Universidad Politecnica de Valencia.

Ruiz, J. F. (2013). *La seguridad Vial Y las personas de Movilidad Reducida*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Scanator. (01 de 05 de 2015). *Electronica y Servicio*. Recuperado el 15 de 09 de 2016, de <http://www.electronicayservicio.com/Modules/melbastudioCommerce/Main/Src/Catalog/Items/TM7.pdf>

Social, M. d. (14 de 06 de 2014). *Inclusion*. Recuperado el 2016 de 06 de 20, de [http://www.inclusion.gob.ec/:](http://www.inclusion.gob.ec/) <http://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Modelo-de-Atenci%C3%B3n-de-Discapacidades.pdf>

Tecnica, S. d. (01 de 06 de 2012). Educación pertinente e inclusiva. La discapacidad en educación Indígena. D.F., México.

vial, E. y. (01 de 05 de 2015). *Revista Consumer*. Recuperado el 15 de 09 de 2016, de http://revista.consumer.es/web/es/20070901/practico/consejo_del_mes/71789.php

Villamarin, F. (9 de 05 de 2016). *Consejo nacional para la igualdad de discapacidades*. Recuperado el 16 de 05 de 2016, de [public.tableau.com:](http://public.tableau.com) <https://public.tableau.com/profile/fausto.villamarin#!/vizhome/Discapacidad/Inicio>

ANEXOS

Anexos 1

Ayudas Técnicas instaladas en vehículos para el transporte de PMR que se desplazan con/sin silla de ruedas

- *Vehículos con sistema de arrodillamiento:* lateral/posterior.
- *Vehículos de baja velocidad*
- *Plataformas elevadoras para vehículos:* plataformas elevadoras laterales/posteriores del vehículo, rampas telescópicas escamoteables, escalones escamoteables, etc.
- *Anclajes de la silla de ruedas en el interior del vehículo:* anclaje de la silla de ruedas a la carrocería del vehículo, anclaje del sistema de seguridad del ocupante de la silla de ruedas a la carrocería, instalación de mamparas traseras y reposacabezas, etc.
- *Adaptaciones de la carrocería:* elevación del techo, rebaje del piso, apertura de ventanas, modificación del sistema de apertura de las puertas, modificación de los escalones de acceso al vehículo (convertibles en plataforma elevadora), etc.

◆ *PMRs que van a utilizar un medio de transporte como conductor.* En este caso el medio de transporte será el automóvil, el cual estará especialmente adaptado para un usuario determinado con su discapacidad específica. Las adaptaciones y ayudas técnicas necesarias estarán diseñadas, además de para posibilitar el acceso y el acondicionamiento en el puesto de conducción, para la adaptación de los mandos de conducción.

Ayudas Técnicas para el uso de vehículos adaptados para la conducción

- *Adaptaciones para el control de los mandos primarios y secundarios del vehículo:* reformas en la dirección, en los mandos de los frenos, embrague y acelerador, en los mandos complementarios, en el cambio de velocidades y dispositivos complementarios.
- *Elementos de seguridad:* cinturones, anclajes, y reposacabezas
- *Asientos para vehículos y cojines elevadores:* instalación de asientos de 4 g.d.l. para la transferencia desde la silla de ruedas al asiento del conductor (en el interior del vehículo), asientos para transferencia desde la silla de ruedas al asiento del conductor (desde el exterior).
- *Grúas de transferencia para vehículos (excluyendo sillas de ruedas):* instalación de grúas para la transferencia desde la silla de ruedas al asiento del acompañante.
- *Ayudas para ubicar sillas de ruedas sobre o dentro de un vehículo (brazos telescópicos):* grúas telescópicas para almacenar la silla de ruedas en el techo, maletero, o en el asiento trasero del vehículo, modificación del sistema de apertura de las puertas posteriores del vehículo para almacenar la silla de ruedas.

Legislación relacionada con el Transporte de PMR en España.

La normativa aplicable al vehículo adaptado y/o transformado, en lo que se refiere a su adaptación para que pueda ser conducido por un discapacitado físico, debe ser abordada desde dos puntos de vista diferentes: en primer lugar y previo a la matriculación del mismo, en todo aquello que afecta a la homologación de tipo y/o a sus correspondientes homologaciones parciales, en segundo lugar, una vez el vehículo ya ha sido homologado, en las reformas de

importancia previas y/o posteriores a su matriculación, para su adaptación como vehículo de uso restringido por un conductor discapacitado.

HOMOLOGACIONES DE TIPO Y/O PARCIALES DEL VEHÍCULO

El texto de referencia es el RD 2140/1985 de 9 de octubre, por el que se citan normas sobre homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos (BOE de 19 de Noviembre de 1985), que ha sido recientemente modificado y corregido por el RD 1204/1999 (BOE de 21 de Julio de 1999). En el mismo se estipula que si, con posterioridad a la homologación del tipo básico y sus variantes iniciales, se incorpora cualquier nueva variante, deberá solicitarse la extensión de homologación correspondiente en el Centro directivo competente en materia de seguridad industrial. Se presentará a un laboratorio acreditado la documentación que corresponde únicamente a las diferencias que presenta la nueva variante con el modelo básico, acompañada de los certificados de homologación de los reglamentos parciales, afectados por las diferencias que presentan las nuevas variantes y, en su caso, el vehículo.

En el RD 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos (BOE de 2 de Octubre de 1986), se define la homologación parcial como el acto mediante el cual la Administración del Estado español o las Administraciones de otros Estados hacen constar que determinadas partes y piezas de los vehículos satisfacen las prescripciones técnicas establecidas en las correspondientes Directivas comunitarias o en los Reglamentos derivados del Acuerdo de Ginebra de 20 de marzo de 1958.

En el ámbito del transporte por carretera, el más importante de todos los modos de transporte de PMR, existen en España normas que regulan las características técnicas que

deben cumplir los vehículos de carretera destinados al transporte colectivo de personas de movilidad reducida. Concretamente, las citadas normas (no obligatorias), son la UNE 26-364 para vehículos con capacidad superior a nueve plazas (AENOR, 1999), y la UNE 26-494 para vehículos de menos de nueve plazas (AENOR, 2003).

REFORMAS DE IMPORTANCIA DEL VEHÍCULO

El RD 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de la Circulación, nace ante la necesidad de controlar ciertas reformas no tipificadas en la legislación anterior que se venían realizando habitualmente. En el mismo se define a una reforma de importancia individualizada como toda modificación o sustitución efectuada en un vehículo, previa o no a su matriculación, y que, no estando incluida en su homologación de tipo, o bien cambia algunas de las características indicadas en la tarjeta ITV del mismo, o es susceptible de alterar las características fundamentales y/o las condiciones de seguridad reglamentariamente definidas. En el artículo segundo se tipifican las reformas de importancia que, a efectos de este Real Decreto pueden estar de un modo u otro relacionadas con las adaptaciones de mandos, a saber: la *reforma N° 8* (adaptación para la utilización por personas discapacitadas con modificación de mandos y/o elementos que afecten a la seguridad) y la *reforma N° 10* (modificación del sistema de dirección). Todas ellas requieren la obligación de presentar el vehículo a una inspección técnica, una vez haya sido modificado este, aportando la documentación necesaria, según el caso.

Recientemente se ha publicado la Orden CTE/3191/2002 de 5 de Diciembre (BOE n° 301, de 17 diciembre 2002), por la que se tipifican nuevas reformas de importancia y se modifican los anexos I y II del RD 736/1988. Concretamente se han tipificado nuevas reformas relacionadas con las adaptaciones y modificaciones de vehículos, como:

- *Reforma n° 33*: incorporación de rampas, elevadores o sistemas de otra naturaleza para facilitar el acceso o salida de personas.

- *Reforma n° 36*: sustitución de asientos del vehículo por espacio y medios de sujeción de las sillas de ruedas para personas de movilidad reducida.

Legislación Internacional relacionada con el Transporte de PMR

La homologación de tipo europea es aplicable a los vehículos automóviles de la categoría M1 y debe cumplir las prescripciones de la Directiva 70/156/CEE modificada por la 98/14/CEE.

Además de estas recomendaciones, es de aplicación la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas, además del asiento del conductor, y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE del Consejo (CE, 2001). Dicha Directiva es la 2001/85/CE, y en la misma se presentan las disposiciones aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas, además del asiento del conductor. Como punto fundamental, los requisitos que permiten la accesibilidad de las PMR, incluidas las personas en sillas de ruedas a los autobuses y autocares se describen en el Anexo

VII. La Directiva entró en vigor el 13 de Agosto de 2003, aunque no será obligatorio su cumplimiento hasta el 13 de Febrero de 2005. Sin embargo, a partir del 13 de Febrero de 2004 los estados miembros dejarán de conceder la homologación CE a vehículos y carrocerías como unidad técnica independiente (U.T.I.) y podrán denegar la matriculación, venta o puesta en circulación de vehículos nuevos y carrocerías nuevas como U.T.I., si no cumplen los requisitos

establecidos en la Directiva. A partir de esta fecha, En España, y según el R.D. 2028 se deberá cumplir el Anexo VII para nuevos tipos de vehículos.

Marco Normativo asociado a las Adaptaciones de Mandos en vehículos conducidos por discapacitados en España.

De la revisión de la legislación existente en España relacionada con la conducción de vehículos por discapacitados funcionales se demuestra que, si bien no se puede hablar de falta de normativa, si que podemos hablar de una carencia de legislación actualizada y específica que regule la selección de las citadas adaptaciones (Dols, 1999). Fundamentalmente el marco legal español relacionado con las adaptaciones de vehículos puede ser revisado atendiendo a los siguientes niveles de aplicación:

A) *Legislación relacionada con el conductor discapacitado*, en lo que afecta al procedimiento para la obtención del permiso de conducir.

B) *Legislación relacionada con el vehículo*, respecto a las modificaciones, instalaciones y adaptaciones de mandos en el mismo.

C) *Legislación relacionada con las propias adaptaciones de mandos* y sus características constructivas y de montaje.

Legislación relativa a la obtención del permiso de conducir.

Con la entrada en vigor del Reglamento General de Conductores desde el 27 de Junio de 1.997 (BOE nº 772 de 6/06/97) (RD 772/97, 1997), así como de la trasposición de las Tablas de Códigos que figuran en la Directiva 91/439/CEE de 29 de Julio de 1.991 sobre el permiso de conducción, y del hecho de que según la citada legislación (Anexo IV, Epígrafe 3, Sistema Locomotor, del Reglamento General de Conductores), “... *las adaptaciones, restricciones y*

otras limitaciones a imponer en personas, vehículos o de circulación se determinarán de acuerdo con las deficiencias que padezca el interesado debidamente reflejadas en el informe de aptitud psicofísica y evaluadas en las correspondientes pruebas prácticas ... ”, hacen recaer la responsabilidad de la emisión de informes de Aptitud en los Centros de Reconocimiento. La aplicación de la citada normativa supone un salto cualitativo en el proceso de selección de adaptaciones, ya que ahora son sólo los Centros de Reconocimiento los que tienen que evaluar y realizar las pruebas prácticas pertinentes.

El 14 de Septiembre de 2000 se publica la Directiva 2000/56/CE (CE, 2000) de la Comisión por la que se modifica la Directiva 91/439/CEE del Consejo sobre el permiso de conducción, en la que se publica un nuevo Anexo 1, correspondiente a la lista de los códigos y sub-códigos comunitarios armonizados que deberán figurar inscritos en el permiso de conducción. Dichos códigos establecen claramente la definición de las limitaciones en la conducción y/o adaptaciones en el vehículo para que sea conducido por un discapacitado. Esta nueva directiva especifica claramente que cada uno de los estados miembros deberán adoptar las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para su cumplimiento, como muy tarde el 30 de Septiembre de 2003.

Legislación relativa a los Mandos Adaptados en Vehículos.

La única norma española relacionada con el acondicionamiento de los automóviles para su utilización como conductor por una persona discapacitada funcional, es la Norma UNE 26450-95 (UNE, 1995). Se trata de una norma en la que se plantean las adaptaciones existentes pero sin quedar estrangulado el avance de la técnica, puesto que se dejan ya preparados aspectos como los dispositivos de dirección no convencionales, etc. El objeto de la norma establece los conceptos de inscripción en la placa de identificación y condiciones técnicas de fijación, montaje y funcionamiento de las instalaciones que precise el acondicionamiento de un vehículo

para su utilización como conductor por una persona discapacitada. Las condiciones generales de esta norma se agrupan en 7 bloques:

- **Versatilidad:** Se debe hacer una instalación tal que el vehículo pueda ser conducido tanto por el discapacitado para el cual se ha efectuado la instalación, como por un conductor no disminuido, de la misma forma que conduce un vehículo de serie, salvo en aquellos casos de transformaciones especiales, en cuyo caso se hará constar que el vehículo es de uso restringido.
- **Reversibilidad:** las instalaciones no deberán afectar de modo irreversible a ningún órgano original del vehículo de forma que, cuando se desee, puedan eliminarse los elementos añadidos dejando este en las condiciones originales, excepto en los casos de uso restringido.
- **Funcionalidad:** la adaptación del vehículo deberá ser realizada de forma tal que queden garantizadas las que se entienden como funciones básicas de la conducción, considerándose como tales la dirección, señalización, cambio de marchas, aceleración y frenado.
- **Accionabilidad:** la capacidad potencial de motilidad de la persona discapacitada que le permita accionar los dispositivos precisos para su discapacidad específica, será determinada por los facultativos de los Organismos Oficiales competentes.
- **Placa descriptiva de identificación:** deberá fijarse de forma que sea visible desde la posición de la conducción. En ella deberá expresarse: marca del equipo instalado, número del registro industrial del taller instalador, relación de reformas efectuadas y sus códigos, y el número de bastidor.
- **Mantenimiento:** las instalaciones deberán efectuarse de forma que permitan efectuar normalmente las revisiones periódicas del vehículo.

- **Condiciones legales:** los equipos que se instalen deberán cumplir las condiciones de tipo general que se indican en la legislación vigente, que como hemos visto en el apartado anterior, son principalmente: RD 2140/1985 y RD 736/ 1988 (y ahora la Orden CTE/3191/2002 de 5 de Diciembre).

La Conducción de Vehículos Adaptados.

El proceso de definición de las adaptaciones técnicas necesarias que se deben realizar en un vehículo automóvil para que pueda ser conducido por un discapacitado físico, debe basarse en la interacción de dos ramas de la Ciencia, como son la

Medicina (en sus especialidades de Rehabilitación y Traumatología) y la Ingeniería de Vehículos, de forma que se conjuguen por un lado las necesidades que desde el punto de vista médico requiere cualquier discapacitado físico para conducir, y por otro las adaptaciones mecánicas que son necesarias para adecuar los mandos al conductor. Aunque el espectro de las reformas y adaptaciones que pueden realizarse sobre un vehículo es muy amplio, se pueden definir las reformas realizadas en los vehículos para ser conducidos por discapacitados (UNE 26450-95), como aquellas modificaciones y/o sustituciones de los dispositivos de accionamiento de los mandos que permiten asegurar las funciones básicas de la conducción. Los diferentes tipos de mandos, una vez tipificados, son susceptibles de combinarse entre sí, para poder dar de este modo soluciones concretas a problemas de conducción reales. De un modo genérico, se pueden clasificar las adaptaciones en función del sistema de control del vehículo del cual están modificando la configuración, como: adaptaciones de los mandos de la dirección, de los mandos del freno, de los mandos del embrague, de los mandos del acelerador, del cambio de velocidades y adaptación de los mandos complementarios.

Debe tenerse en cuenta que la adaptación está concebida exclusivamente para conseguir que el discapacitado pueda realizar la función de conducción que su defecto le impide, por lo que el diseño de un mando adaptado debe contemplar en que condiciones va a ser accionado, y proporcionar unas cualidades óptimas de accionamiento, teniendo en cuenta tanto los aspectos mecánico-resistentes como la ergonomía de la conducción.

Hemos llegado pues, al punto en el que se deben establecer las relaciones entre la discapacidad y las adaptaciones que solucionen la misma, desde el punto de vista de la conducción.

Esta relación no siempre existirá, bien sea porque los desarrollos tecnológicos no han llegado todavía a ofrecer soluciones eficientes a un precio competitivo o bien, simplemente, porque la legislación impide la conducción a determinadas deficiencias aunque técnicamente si que se disponga de soluciones. Para establecer dicha relación, se debe seguir un cierto proceso lógico, a saber:

1. Determinación de la deficiencia física.
2. Determinación de la función de conducción sobre la que influye la discapacidad que genera esa deficiencia.
3. Análisis de las posibles soluciones técnicas sobre el mando, contrastado con las capacidades residuales del sujeto.
4. Valoración de la experiencia tradicional en el montaje y uso de adaptaciones para una determinada deficiencia.
5. Determinación de las posibles soluciones en orden de preferencia.

La indefinición a la hora de establecer con criterios objetivos la idoneidad o no de una adaptación, es uno de los principales problemas con que se enfrenta este colectivo de personas, ya que en muchas ocasiones, cada disfunción o carencia física en lugar de contar con una respuesta técnica concreta que se ajuste a sus necesidades, está a merced del criterio subjetivo, en algunas ocasiones no acertado y en otras con gran disparidad de criterios, de los inspectores de Tráfico de la zona de influencia o incluso de los técnicos instaladores de los Talleres de reparación de vehículos.

Los datos disponibles sobre licencias de conducir para personas con discapacidad en España están referidos a 1997 (DGT, 1999), justo antes de la entrada en vigor del Reglamento General de Conductores. Hasta que no se realice una revisión completa de todos los permisos en vigor (lo que llevará todavía algunos años), no se sabrá exactamente el número y tipo de todas las adaptaciones codificadas según la Directiva 91/439/CEE de 29 de Julio de 1.991 sobre el permiso de conducción. Como dato comparativo se debe mencionar que el número total de autorizaciones para conducir turismos, expedidas y vigentes en 1997, era de 17.554.104. Por otra parte, el número de licencias en España sujetas a algún tipo de restricción (1.087.962) representa casi el 6,2 % del total a Junio de 1997, y si de ésta eliminamos los casos de permisos cuyos titulares están obligados a llevar cristales correctores (530.098), el porcentaje de usuarios con permisos de circulación con restricciones relacionadas con algún tipo de discapacidad física es del 3,17 %.

Según un estudio elaborado por la Dirección General de Tráfico como contribución al Año Europeo de las Personas con Discapacidad (Fernández y Soria, 2013), en el 2013 existían en España 3,5 millones de discapacitados (como ya se comentaba en la encuesta del INE), de los cuales 1,3 millones está en edad de conducir (edades entre 20 y 64 años). A esto habría que añadir que 44.000 tienen una edad entre 16 y 19 años y unos 2 millones superan los 64.

En cualquier caso, y teniendo en cuenta los daños corporales que sufren los discapacitados físicos, la selección de las adaptaciones de mandos más idónea para poder conducir un vehículo sería aquella que permitiera al conductor discapacitado, realizar las siguientes funciones sobre el vehículo adaptado (Dols, 1999):

- a) Alcanzar todos los mandos necesarios para conducir el vehículo.
- b) Disponer de suficiente fuerza para actuar sobre todos los mandos, incluso en una situación de emergencia.
- c) Ser capaz de reaccionar lo suficientemente rápido en una situación de emergencia.
- d) Ser capaz de aplicar y mantener una fuerza suficiente para actuar sobre los mandos en una situación de emergencia (endurecimiento).
- e) Coordinar todas las operaciones de control del vehículo.
- f) No tener un riesgo elevado de aparición de ataques de tipo espástico o repentinos durante la conducción.

La Seguridad Vial en el Transporte de PMR en España.

Según datos publicados recientemente en el *Libro Verde de la Accesibilidad* (IEE, 2002), los problemas detectados en la accesibilidad en el transporte público en España, pueden agruparse en tres grandes bloques:

- Un tipo de problemas asociado a la accesibilidad de las paradas y estaciones donde se tiene que realizar el trasbordo de pasajeros hacia/desde el vehículo.
- Un segundo grupo relacionado con las características de accesibilidad de los propios vehículos de transporte en el interior del habitáculo.

- Y un tercer grupo relacionado con las condiciones en que se lleva a cabo el transporte, fundamentalmente en lo tocante al confort, seguridad y facilidad para realizar el viaje por todos los usuarios.

Las conclusiones no podían ser más desalentadoras: actualmente son varios los subsistemas de transporte (básicamente todos los relacionados con el transporte por ferrocarril, y en menor medida por los autobuses), que presentan un grado de accesibilidad muy bajo, ya no sólo en lo referente a las infraestructuras de embarque/desembarque, sino por que los vehículos son también ajenos a las necesidades reales de gran parte de la población. La conclusión definitiva lanzaba la idea de que el sistema de transporte público tiene todavía en la accesibilidad una asignatura pendiente.

Esta conclusión final no hace sino corroborar los estudios precedentes llevados a cabo en el Laboratorio de Automóviles de la Universidad Politécnica de Valencia (LAUPV) (Dols, 1996), que demostraron que todavía queda mucho por hacer en lo referente a la mejora de las condiciones de seguridad en el transporte de discapacitados en sillas de ruedas en España. Fundamentalmente, las deficiencias detectadas afectaban directamente a los transportes públicos de pasajeros por carretera, tanto urbanos como interurbanos. De un primer trabajo realizado en 1996 se detectaron una serie de “*puntos críticos*” en diferentes tipos de vehículos, que afectaban directamente al mantenimiento de las condiciones de seguridad, tanto de los usuarios que usaban sillas de ruedas en el transporte, como de sus acompañantes.

Los citados puntos críticos, consistían básicamente en:

- Existencia de espacios reducidos de seguridad alrededor de la silla de ruedas.
- Inadecuada orientación de la silla de ruedas en el interior del vehículo.
- Sistemas de seguridad inadecuados.

- Carencia total de sistema de seguridad para el ocupante de la silla de ruedas, tanto en vehículos pequeños como en autobuses urbanos accesibles.
- Espacios reservados para ubicar la silla de ruedas sobre pisos del vehículo que se encuentran en pendiente, o que no permiten ubicar sillas de ruedas de diferentes tamaños, por ejemplo las sillas eléctricas, al existir obstáculos que lo impiden.

Un estudio posterior llevado a cabo por el mismo LAUPV en 1999 (Dols y Sánchez, 1999), vino a demostrar nuevamente que a pesar de la implantación de nuevas normas en materia de accesibilidad a los diferentes sistemas de transporte en las diferentes CC.AA. del estado español, se seguían manteniendo con ligeras variaciones, los anteriores puntos críticos, e idénticas deficiencias en materia de seguridad. De hecho, la investigación desarrollada sobre diferentes tipos de vehículos de transporte urbano (autobús, metro y tranvía), e interurbano (autobús especial, ferrocarril de cercanías), ante diferentes maniobras de circulación (frenadas críticas y aceleraciones bruscas, curvas pronunciadas, situaciones de congestión de tráfico, etc.), con diferentes tipos de sillas de ruedas (manual y eléctrica), diferentes sistemas de seguridad del ocupante de la silla de ruedas y diferentes orientaciones de la silla de ruedas en el interior del habitáculo (mirando hacia delante según el orden de marcha, transversal a este, o mirando hacia atrás), puso de manifiesto que incluso en situaciones de circulación fluidas, tráfico urbano y velocidades moderadas, la realización de maniobras bruscas en el vehículo (por ejemplo, frenadas súbitas), es suficiente para que, dependiendo del sistema de seguridad empleado (si existe) y la orientación de la silla de ruedas, se produzcan daños lo suficientemente importantes sobre el ocupante de la silla, como para considerar a este tipo de transporte, como altamente inseguro y poco confortable.

Queda en definitiva mucho camino por recorrer, tanto en lo que afecta a la concienciación de las administraciones responsables del tráfico y la seguridad vial, como por

parte de las compañías operadoras de transporte, a la hora de adecuar su vehículos a un transporte de discapacitados, que requiere, al menos, el mismo nivel de seguridad que el resto de usuarios.

La Seguridad Vial en Vehículos Adaptados.

La norma americana SAE J1903 (1990), clasifica los mandos de un vehículo en *primarios (de Tipo A o B)* y *accesorios*. Mandos primarios de Tipo A (freno, acelerador y sistema de dirección) serían todos aquellos que permiten al conductor actuar directamente sobre la dirección y modificar la velocidad del vehículo en movimiento. Mandos primarios del Tipo B (selector de velocidades, dispositivo de arranque, palanca de accionamiento de los intermitentes, bocina, control de las luces, control de los espejos retrovisores, etc.), serían aquellos que operados por el conductor, son necesarios para conducir el vehículo de un modo seguro en diferentes situaciones de tráfico. Por otra parte, los mandos accesorios, serían todos aquellos que no están relacionados con el movimiento del vehículo, y que operados por el conductor o un pasajero, permiten controlar el entorno del habitáculo, como el control del aire acondicionado, posicionamiento del asiento, radio, elevalunas, cierre de puertas, encendedor, luces de cortesía, apertura de puertas, e incluso aquellos dispositivos usados para la transferencia a/desde la silla de ruedas, o el propio anclaje de ésta al suelo.

En relación a las adaptaciones de mandos, algunos autores como Koppa (1990), clasifican a los mandos originales del vehículo como *primarios* y *secundarios*, considerando que los primarios serían los definidos por la SAE J1903 como de Tipo A, y los secundarios como los definidos como de Tipo B.

Básicamente, las adaptaciones realizadas sobre los mandos primarios, tanto en EE.UU. como en Europa, se han llevado a cabo desde los años 40, como una simple extensión mecánica del accionamiento de los pedales originales a las manos, de forma que permitían al conductor

(discapacitado de uno o varios miembros), manejar el vehículo accionando manualmente los pedales del suelo cuando esto era posible. De la revisión de las diferentes adaptaciones llevadas a cabo desde la fecha (Scott, 1974, Koppa, 1990, Murray-Leslie, 1992, McLeod, 1994), se puede afirmar que algunos de los diseños utilizados podían llegar a ser bastante peligrosos, aunque con el tiempo han ido evolucionando hasta conseguir que la conducción se realice de forma más segura e incluso que pudiera llegar a conducirse el vehículo desde una silla de ruedas.

Esta última adaptación necesita fundamentalmente una serie de mejoras en los sistemas de seguridad utilizados, tanto para el conductor (ocupante de la sillas de ruedas) como para la propia silla (que sustituye a un asiento convencional); necesita además la adaptación del volante para la reducción del esfuerzo a aplicar, así como posiblemente un sistema servoasistido de accionamiento de los frenos del vehículo.

Para conductores con un alto nivel de discapacidad (por ejemplo, tetrapléjicos del tipo C-4 o C-5), que no poseen un nivel aceptable de movimiento y esfuerzo residual en sus miembros, se hace necesario el uso de joysticks como sistema para maniobrar el vehículo, aunque no se han desarrollado hasta la fecha y de forma generalizada, sistemas de éste tipo con el suficiente grado de garantía.

Por otra parte, las adaptaciones de mandos secundarios están diseñadas para ayudar al conductor discapacitado a superar dos tipos de problemas en la conducción:

a) el hecho de que el conductor tiene todos sus miembros ocupados con los controles primarios, y no le queda ninguno disponible para accionar los controles secundarios,

b) y el caso en el que los conductores presenten un alto grado de discapacidad, con limitaciones importantes tanto en el esfuerzo a realizar como en el alcance.

Actualmente se pueden encontrar en el mercado ejemplos de sistemas de ayudas, que permiten superar de algún modo el inconveniente creado en el caso (b); sin embargo, muy pocos dispositivos están diseñados para superar el inconveniente del caso (a), siendo necesario utilizar controles situados sobre los reposacabezas, integrados en los controles primarios o ubicados en algún punto en que puedan ser utilizados con los codos o las rodillas del conductor.

TIPO DE ADAPTACIÓN

SISTEMA DE DIRECCIÓN

- Horquillas montadas en el volante en forma de U, V; empuñadoras anatómicas de 1 a 3 pivotes, pomos, etc.
- Sistemas de dirección accionados con los pies mediante pedales o plataformas giratorias.
- Sistemas de dirección accionados con las rodillas.
- Sistemas de dirección con manillar.
- Sistemas de dirección con Joysticks.
- Sistemas de dirección con volantes horizontales de esfuerzo cero.

SISTEMA DE FRENADO

- Palancas manuales de frenado.
- Palancas manuales de freno y acelerador combinados.
- Pedales de frenado portátiles.
- Extensiones de pedales de frenos.

ACELERADOR

- Pedal del acelerador al pie izquierdo
- Pedal de acelerador escamoteable.
- Acelerador de aro concéntrico montado sobre el volante. Cabeza, pecho
- Palanca de aceleración con sistema de empuje o movimiento de

Rotación

- Acelerador concéntrico electrónico montado sobre el volante.

EMBRAGUE

- Palanca de embrague manual e independiente con sistema de empuje, leva, etc.
- Embrague servo-asistido montado en el volante.

SISTEMAS AUXILIARES DE CONTROL

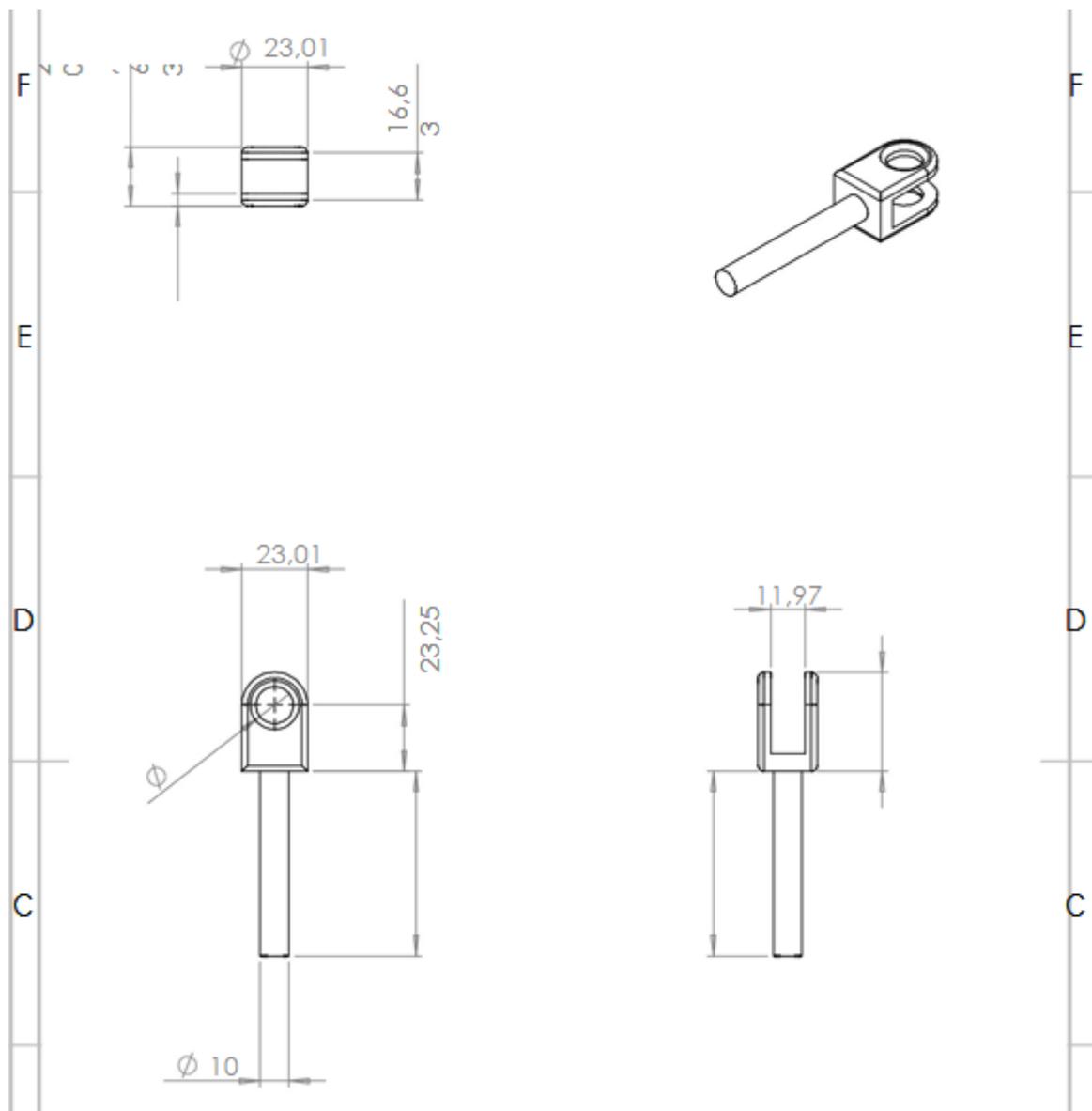
- Telecomando por infrarrojos montado sobre el pomo del volante para actuar sobre los mandos complementarios.
 - Palancas auxiliares de los mandos complementarios de control.
-

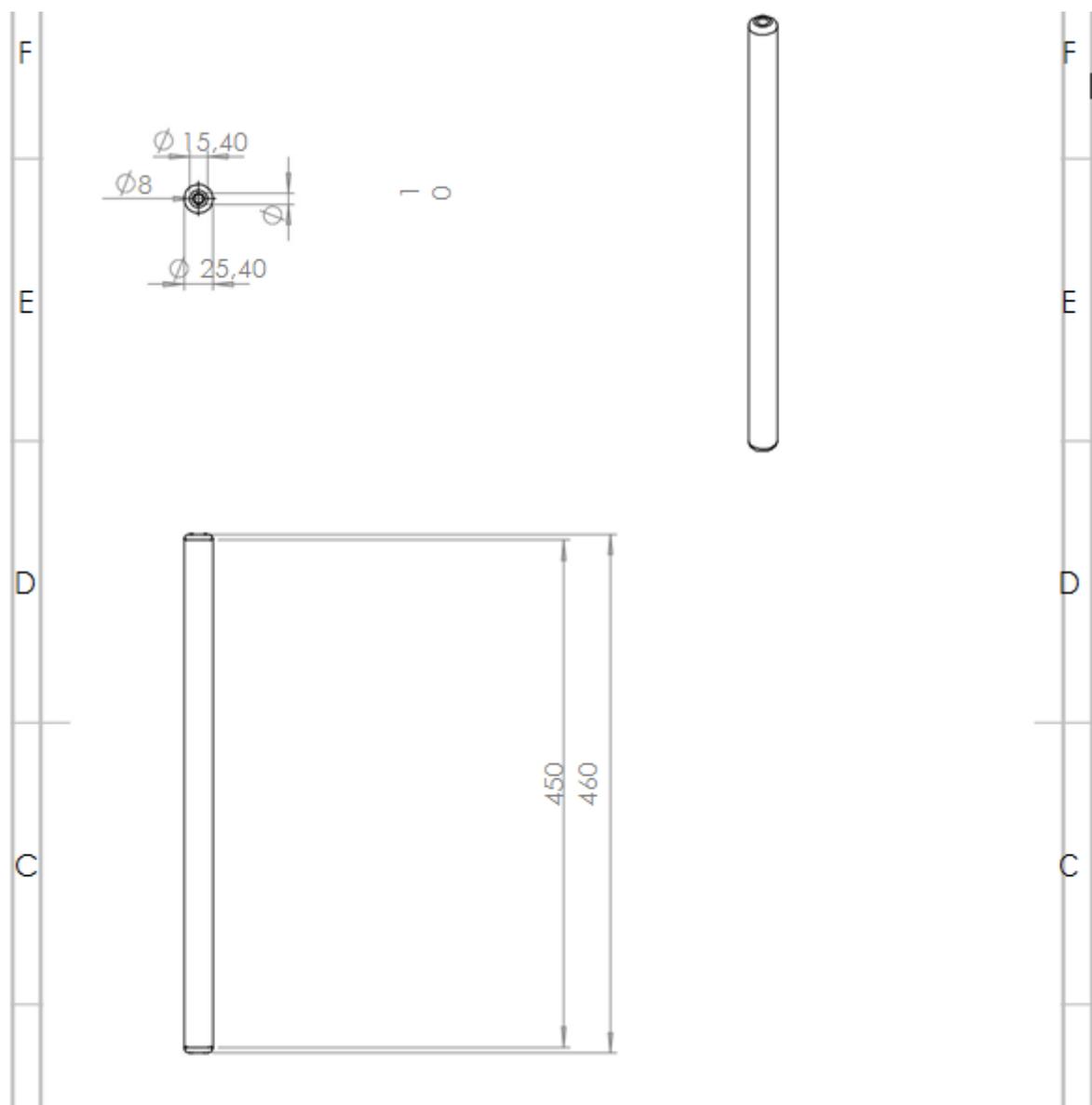
- Inversión de los mandos complementarios.
- Espejos retrovisores suplementarios en el interior.

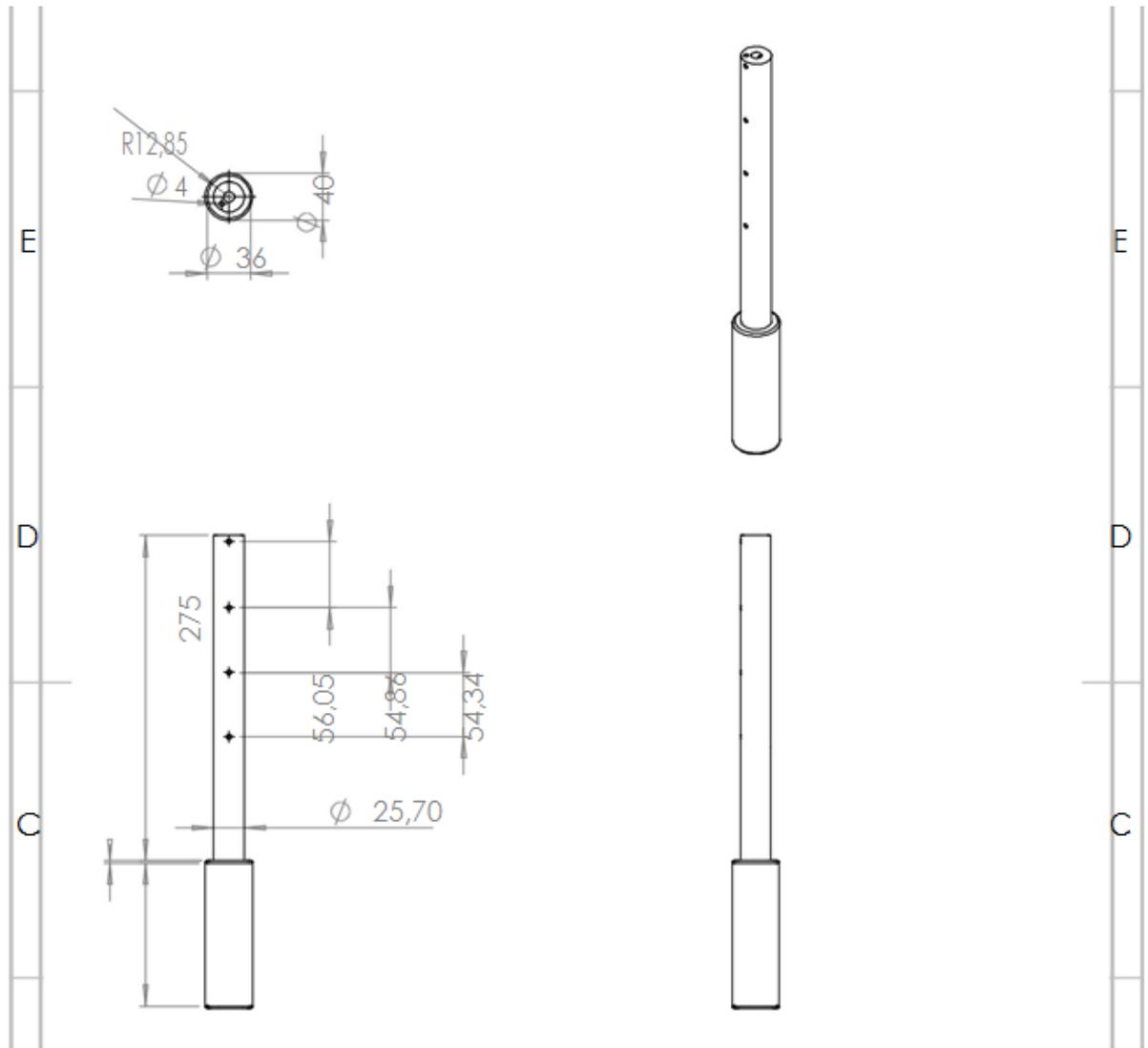
Fuente: (Ruis, 2013)

Anexo 2

Planos del diseño en vistas



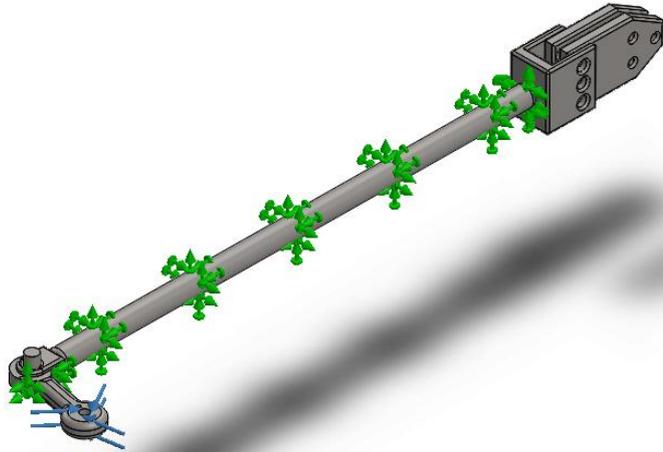




Fuente: Luis Pulupa

Anexos 3

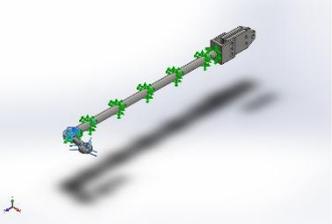
Análisis de esfuerzos en mecanismo SolidWorks

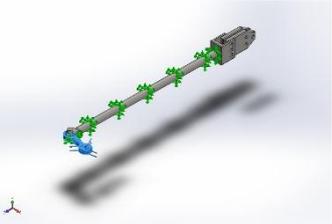
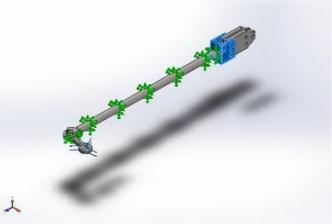
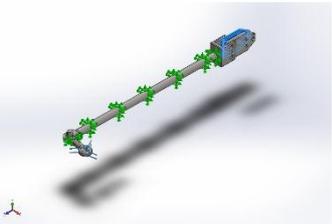
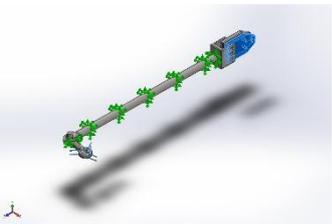


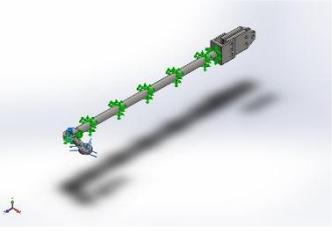
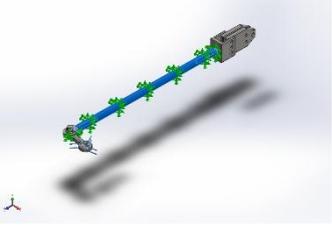
Nombre del modelo: Avance de ensamble

Configuración actual: Predeterminado

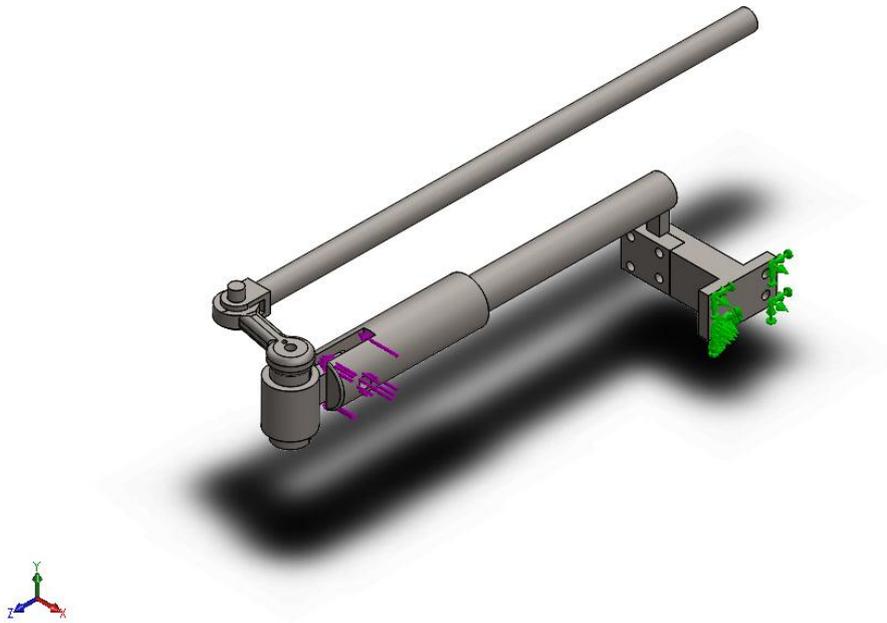
Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Redondeo22</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0919423 kg Volumen:1.17875e-005 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:0.901035 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensablaje 01\Tornillo de tueca para varrilla.SLDPRT Jan 23 23:23:06 2017</p>

<p>Redondeo4</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.226922 kg Volumen:2.90925e-005 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:2.22383 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\abrazadera de varrilla a pedal.SLDPRT Jan 21 15:14:54 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.426674 kg Volumen:5.47017e-005 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:4.1814 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\base de pedales.SLDPRT Jan 23 23:23:05 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.417714 kg Volumen:5.35531e-005 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:4.0936 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\pieza engrane bocin.SLDPRT Jan 23 23:23:09 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.417714 kg Volumen:5.35531e-005 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:4.0936 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\pieza engrane bocin.SLDPRT Jan 23 23:23:09 2017</p>

<p>Cortar-Extruir1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0319848 kg Volumen:4.10061e-006 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:0.313451 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\pin principal.SLDPRT Jan 21 15:14:54 2017</p>
<p>Redondeo1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:1.15108 kg Volumen:0.000147574 m³ Densidad:7800 kg/m³ Peso:11.2806 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamble 01\varrillaje de empuje.SLDPRT Jan 23 23:23:06 2017</p>

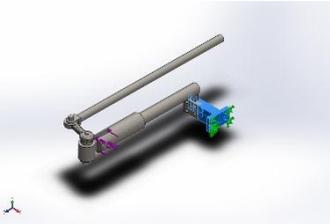
Fuente: SolidWorks

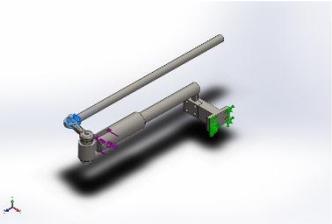
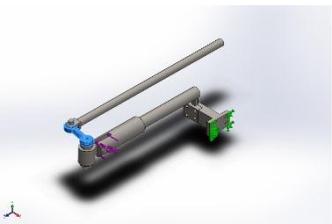
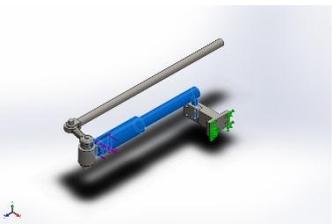
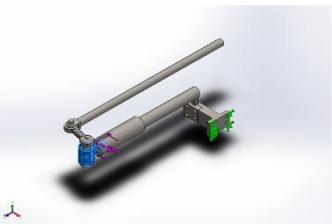


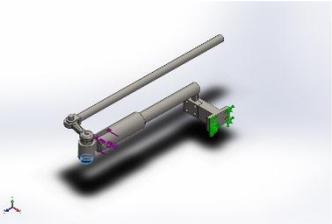
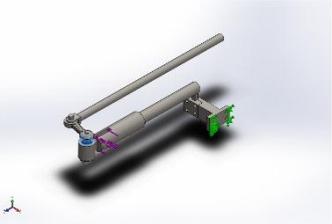
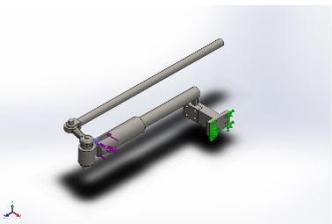
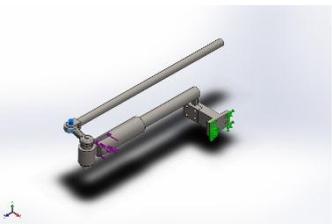
Nombre del modelo: Avance de ensamblaje

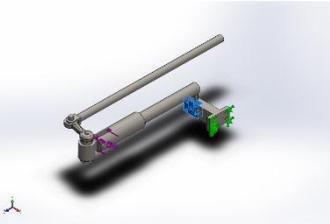
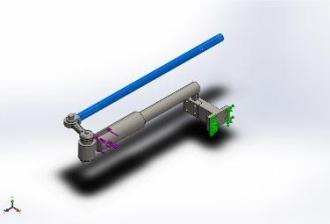
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

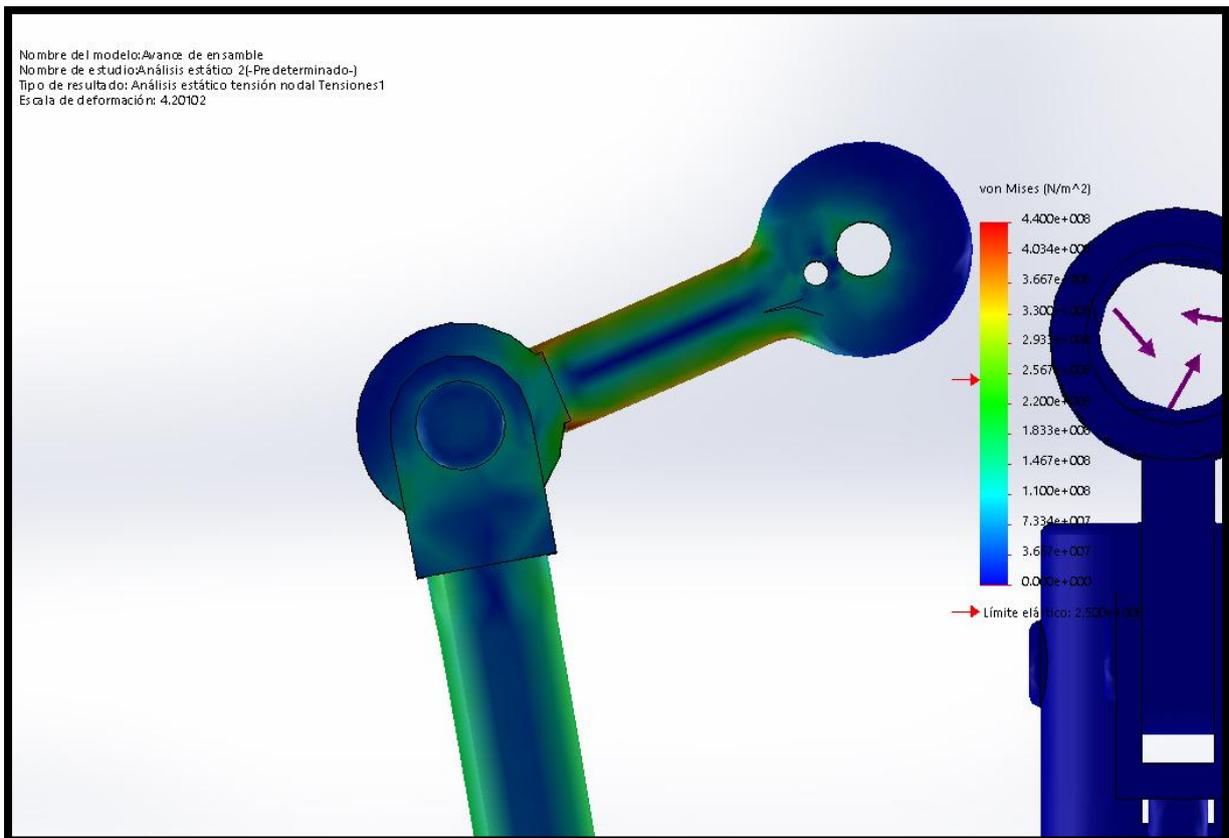
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Cortar-Extruir4</p> 	Sólido	<p>Masa:0.729569 kg Volumen:9.29388e-005 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:7.14978 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\Base 1 de soporte.SLDPRT Dec 21 00:22:48 2016</p>

<p>Cortar-Extruir10</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0945007 kg Volumen:1.20383e-005 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.926107 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamble 01\Tornillo de tueca para varrilla.SLDPRT Jan 17 23:04:55 2017</p>
<p>Redondeo4</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.228376 kg Volumen:2.90925e-005 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.23809 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamble 01\abrazadera de varrilla a pedal.SLDPRT Jan 17 23:29:31 2017</p>
<p>Saliente-Extruir4</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:2.79598 kg Volumen:0.000356176 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:27.4006 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\base estatica.SLDPRT Jan 17 22:38:56 2017</p>
<p>Cortar-Extruir13</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.368676 kg Volumen:4.69651e-005 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:3.61303 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamble 01\bocin pieza 2.SLDPRT Jan 17 22:38:56 2017</p>

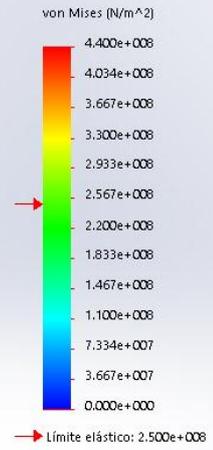
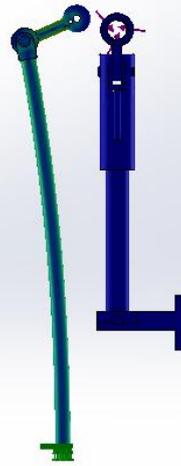
<p>Cortar-Extruir3</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0133081 kg Volumen:1.6953e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.130419 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\buje anclaje.SLDPRT Jan 17 23:56:04 2017</p>
<p>Cortar-Extruir3</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0133081 kg Volumen:1.6953e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.130419 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\buje anclaje.SLDPRT Jan 17 23:56:04 2017</p>
<p>Cortar-Extruir1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0321898 kg Volumen:4.10061e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.31546 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\pin principalo.SLDPRT Jan 17 23:56:04 2017</p>
<p>Cortar-Extruir1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0321898 kg Volumen:4.10061e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.31546 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\pin principalo.SLDPRT Jan 17 23:56:04 2017</p>

<p>Cortar-Extruir4</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.179169 kg Volumen:2.28241e-005 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:1.75586 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Sistema para Solid\soporte de ajuste.SLDPRT Jan 17 22:38:55 2017</p>
<p>Cortar-Extruir2</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:1.16316 kg Volumen:0.000148173 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:11.399 N</p>	<p>C:\Users\Lucas\Downloads\Pulupa\Partes para ensamblaje 01\varillaje de empuje.SLDPRT Jan 11 22:58:43 2017</p>

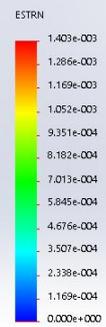
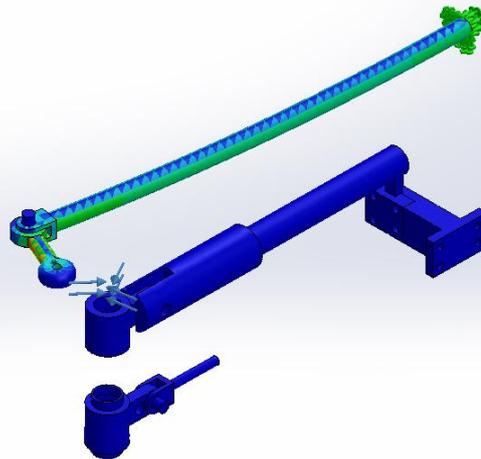
Fuente: SolidWorks

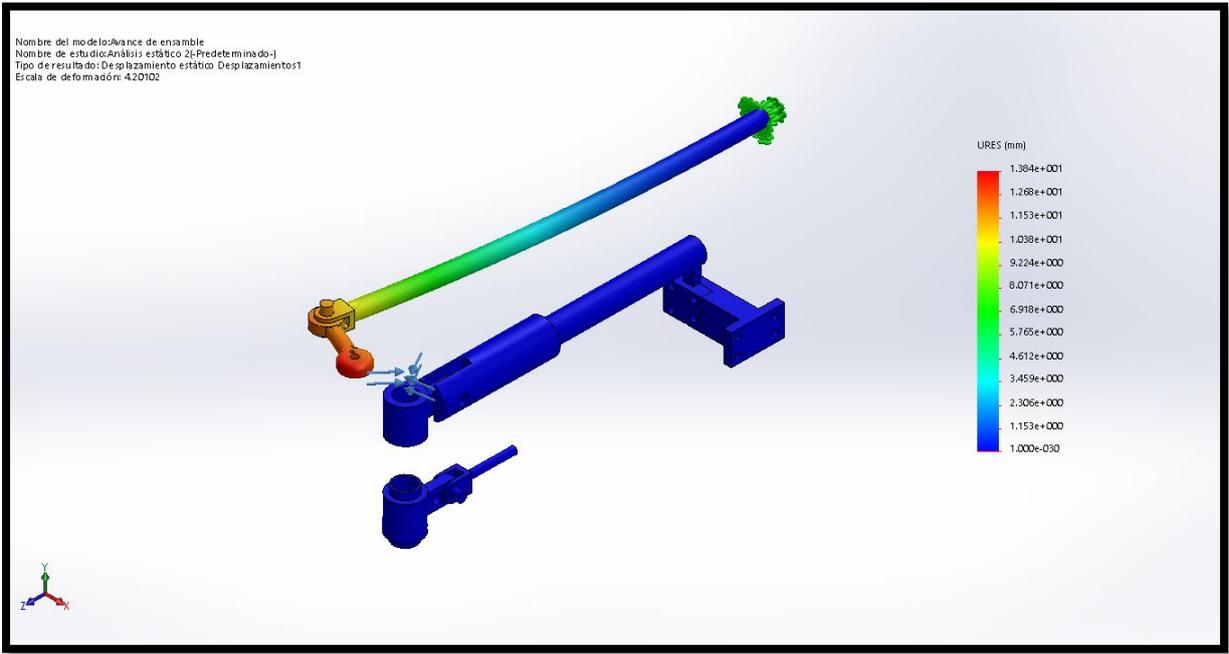


Nombre del modelo: Avance de ensamble
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Pre determinado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 4,20102



Nombre del modelo: Avance de ensamble
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Pre determinado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 4,20102





Fuente: SolidWorks