

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

Estudio comparativo de diseño estructural en vehículos L3 de tipo eléctrico y de motor de combustión interna.

**John Jairo García Ortiz
Juan Francisco Barba Suasti**

Director

Msc. Ing. Gorky Reyes

Quito, 2021

CERTIFICADO

Nosotros, John Jairo García Ortiz y Juan Francisco Barba Suasti declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos 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.



Firma del graduado

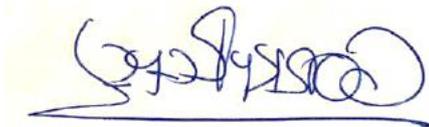
John Jairo García Ortiz



Firma del graduado

Juan Francisco Barba Suasti

Yo, Ing. Gorky Reyes, certifico que, conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable tanto de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Firma del Director de trabajo de grado

Msc. Ing. Gorky Reyes

DEDICATORIA

Con mucho cariño y amor, quiero dedicar este proyecto final de mi carrera universitaria a mi familia, ya que ellos han sido pilar fundamental a lo largo de mi vida universitaria y sin lugar a duda sin ellos no hubiera podido lograr nada de esto.

A mis padres EDGAR y AMPARITO, quienes día a día estuvieron a mi lado, en los buenos y malos momentos, brindándome consejos, impulsándome a cada día ser mejor y siempre dándome ánimos para seguir adelante.

A mi hermano RICKY que juntos formamos un equipo tanto en la vida cotidiana como en las carreras, siempre orgullosos de nuestra linda amistad como hermanos y apoyándonos día a día para conseguir nuestros objetivos.

John Jairo García Ortiz

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, porque el me ha dado la fuerza, la salud, la vida y acontecimientos para llegar a la finalización de este camino que comencé con mucha expectativa y lleno de esperanzas metas e ilusiones.

Dedico a mis padres Lucia Suasti y Pablo Barba, el trabajo que se ha hecho en esta investigación, porque me apoyaron y creyeron en mí desde el primer día de mi vida para así culminar con éxito esta carrera que he aprendido a quererla, abrazarla, hacer constante como ellos me enseñaron, y saber que solo la dedicación y constancia me podrán llevar a cumplir mis metas.

Dedico a mi hermana Monse Barba el presente trabajo, porque ella ha sido mi inspiración a lo largo de mi vida por la astucia, ñeque y la tenacidad de conseguir sus metas, objetivos, y ser la primera de la familia Barba Suasti en saltar el charco y hacernos conocer toda Europa

Dedico a mi hermano David Barba este artículo, porque sé que soy su ejemplo a seguir y sé que él siempre mira cada uno de mis pasos, él me impulsa a tener la fe en Dios y me apoya en mis momentos difíciles.

El presente trabajo lo dedico a mis abuelitos Hectitor y Fresita porque ellos me supieron corregir con cariño, dar consejos para cada una de las etapas de mi vida, y sobre todo quererlos y respetarlos en la vejez.

Dedico este artículo a mis abuelitos que ya partieron al cielo en especial a mi abuelito Victor Barba porque él siempre me enseñó la tolerancia, el respeto y el cariño.

Dedico este trabajo a mi familia, a mis tíos y a mis primos porque a lo largo de mi vida ellos me enseñaron que lo más valioso que uno puede tener en la vida es la familia.

Juan Francisco Barba Suasti

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres, por brindarme la oportunidad de ingresar a tan prestigiosa universidad UIDE, definitivamente son el pilar fundamental en mi vida, muchas gracias por todo el apoyo brindado, por tanta paciencia, por tantos consejos durante toda esta etapa de mi vida, pero sobre todo gracias papitos por hacer de mi la persona que siempre quisieron que fuera. Me siento agradecido con Dios y con la vida por haberme regalado unos padres tan maravillosos como los son ustedes.

Agradezco a mi director Msc. Gorky Reyes que con paciencia y dedicación supo guiarnos en el desarrollo de este proyecto, como también a lo largo de la carrera impartiendo sus conocimientos como docente.

Agradezco a nuestro gran amigo Ing. Álvaro Remache que, con mucha paciencia y dedicación, nos ha brindado muchas horas de su tiempo para que este proyecto tenga éxito. Sin duda sus consejos y conocimientos nos ayudaron de mucho para la culminación de este proyecto.

También quiero agradecer a nuestro decano Ing. Andrés Castillo por hacer de nuestra facultad de ING. AUTOMOTRIZ, la mejor facultad de la UIDE, por siempre estar pendiente de sus alumnos e impartir todos sus conocimientos para hacer de nosotros unos excelentes profesionales. Sobre todo, quiero darle las gracias por hacer de la facultad de ING. AUTOMOTRIZ un lugar en donde nosotros como estudiantes nos sintamos como en nuestro segundo hogar. Sin duda vamos a extrañar todo eso.

Finalmente quiero agradecer a mi gran amigo y compañero JUANITO BARBA, persona con la cual hemos compartido y formado un equipo sólido de estudio y trabajo a lo largo de nuestra carrera. Gracias por tanta confianza.

John Jairo García Ortiz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, salud y fuerza para culminar esta carrera que él me ha dado, y sobre todo por la oportunidad de pertenecer a la prestigiosa institución UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR.

Agradezco a mi mamá y mi papá por acompañarme en la escuela y el colegio, y nunca rendirse conmigo a pesar de la infinidad de obstáculos ellos nunca tiraron la toalla, a mi mamá por quedarse en las madrugadas conmigo para hacer los dictados de lenguaje y a mi papá por levantarme cada mañana y prepararme para irme a la escuela y después al colegio.

Agradezco a mi director de tesis y amigo Msc. Ing. Gorky Reyes que con paciencia y dedicación nos guío durante toda esta investigación, pero sobre todo por su gran personalidad y ser un profesor preocupado porque nosotros aprendiéramos.

Agradezco al Decano e Ing. Andrés Castillo porque desde el primer día que fui a la prestigiosa facultad de Ingeniería automotriz de la UIDE me recibió con los brazos abiertos y supo acompañarnos a cada uno de los estudiantes durante toda la carrera, él siempre se presentaba el primer día de cada semestre para indicarnos que siempre iba a estar ahí para nosotros.

Agradezco al Docente Ing. Álvaro Remache por su guía y consejo en cada uno de los pasos que dimos para el culmen de este proyecto, ya que él compartió su experiencia y dedicación para que aprendiéramos, pero sobre todo por sus valores y compromiso con nosotros.

Finalmente quiero agradecer a mi gran amigo y compañero John García, por todos estos años de la carrera en donde me ha ofrecido su amistad y confianza tanto en la universidad como fuera de esta. Gracias por cada una de tus enseñanzas amigo.

Juan Francisco Barba Suasti

ÍNDICE DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR.....	I
CERTIFICADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN	1
1.- INTRODUCCION.....	2
2.- FUNDAMENTO TEÓRICO.....	2
2.1. Normativa internacional.....	4
2.2. Nuevas tecnologías estructurales.....	4
3. MATERIALES Y METODOS.....	5
3.1. Metodología.....	5
3.1.1. Software de Diseño	5
Condiciones de frontera y mallado.....	5
Mallado	5
Fuerzas y reacciones.....	5
Cargas estáticas	6
3.2 Materiales.....	6
3.2.1 Scooter eléctrico.....	7
3.2.2 Scooter a combustión interna.....	8
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4.1. Análisis Cargas estáticas	9
Scooter eléctrico.....	9
Scooter a combustión interna	9
4.2. Analisis Cargas de impacto	10
Scooter eléctrico.....	10
Scooter a motor de combustión interna.....	10
Comparativa de resultados	11
5.- Conclusiones.....	13
Bibliografía.....	15

Estudio comparativo de diseño estructural en vehículos L3 de tipo eléctrico y de motor de combustión interna.

John J. García 1, Juan F. Barba 2

1 ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, john.mxlive14@hotmail.com, Quito-Ecuador

2 ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, juanita2001@hotmail.es, Quito-Ecuador

RESUMEN

En la siguiente investigación se presenta el análisis comparativo estructural entre dos vehículos de tipo L3 de similares características, con relación a la seguridad tanto para el usuario como para los transeúntes en las vías donde estos vehículos circulan. En la actualidad en Ecuador los vehículos eléctricos de tipo L3 han tenido gran acogida por parte de usuarios que buscan un método más fácil de movilización en la ciudad. El fácil acceso y la carencia de permisos necesarios para la circulación de estos vehículos han provocado un incremento del 15% en la demanda del mercado. El método empleado para la investigación fue de tipo inductivo/deductivo tomando en cuenta condiciones estáticas y dinámicas de la estructura del vehículo a estudiar, para así determinar, si este vehículo utilitario está diseñado para el transporte de personas. Dentro de los resultados determinados, se evidencia un decremento en el factor de confiabilidad del 83,73%, comparando un scooter a combustión interna vs un scooter eléctrico. Finalmente se puede decir que los vehículos denominados scooter eléctricos son diseñados para el transporte de una persona, ya que su factor de seguridad equivale 2,44, de lo contrario este se convertirá en un peligro inminente para quienes lo estén utilizando, debido a que si la carga aumenta, su estructura sufrirá un fallo que causara una ruptura.

Palabras Clave: Seguridad, vehículo L3, diseño estructural, factor de seguridad, mallado.

ABSTRACT

The following research presents the structural comparative analysis between L3 vehicles of similar characteristics, in relation to safety for the user and passers. Currently in Ecuador L3 electric vehicles have been well received by users looking for an easier method of mobilization in the city. The easy access and lack of necessary permits for the movement of these vehicles have led to a 15% increase in market demand. The method used for research was of inductive/deductive type taking into account static and dynamic conditions of the structure of the vehicle to be studied, in order to determine, whether this utility vehicle is designed for the transport of people. Among the results determined, there is a decrease in the reliability factor of 83.73%, comparing an internal combustion scooter vs an electric scooter. Finally it can be said that vehicles called electric scooters are designed for the transport of just a person, since their safety factor equals 2.44, otherwise this will become an imminent danger for those who are using it, because if the load increases, its structure will suffer a failure that causes a rupture.

Key Words: Security, L3 Vehicles, Structural Design, Safety Factor, Meshing

1.- INTRODUCCION.

Según la ANT, en el DMQ se comercializan vehículos eléctricos tipo motocicleta, los que no poseen ninguna clase de documentación legal para su circulación en vías [1], ya que Guillermo Abad (secretario de movilidad) los describe como vehículos recreacionales tipo bicicleta [2]. Esto se debe a que no existe ninguna normativa, que dicte características estructurales y límites de velocidad para la circulación legal de este tipo de vehículos dentro de la ciudad de Quito. Además, la ANT, indica que el índice de accidentes de las motocicletas en el año 2019 fue del 31% del total de accidentes de tránsito en el DMQ [3]. Por lo que, el presente estudio se verá enfocado a definir si las motocicletas impulsadas por motor eléctrico son estructuralmente seguras según la normativa Europea 2019/S-149 TV-108.

Por lo tanto, se analizará diferentes parámetros de diseño de este tipo de motocicletas, para determinar si estas cumplen con la normativa de seguridad, para circular por las vías y carreteras del DMQ. Adicionalmente se realizará una comparación con una normativa europea, en donde se definen parámetros de diseño de este tipo de motocicletas como: seguridad activa, seguridad pasiva y límites de velocidad. Así como también con la instrucción 16/V-124 de la dirección general de tráfico de España, en la que indica que las aceras y espacios peatonales son únicamente de uso de estos, más no de este tipo de vehículos.

Conforme Slaima, asegura que la parte más importante de una motocicleta es el frame o chasis, ya que en este diseño se ve involucrado dos factores importantes que son: comodidad y experiencia de conducción. La geometría de diseño de este componente debe concentrarse principalmente en: rigidez, aerodinámica, resistencia de pesos y los diferentes esfuerzos a los que se mantiene expuesto durante su funcionamiento dinámico [4]. Por ende, es de suma importancia, que el diseño estructural de una motocicleta sea dimensionado a partir de diferentes variables que cumplan con criterios estructurales aplicados a condiciones reales de funcionamiento de la motocicleta.

Por otro lado, según López, expresa que el diseño de un chasis de motocicleta eléctrica debe ser diseñado con Aluminio de uso aeronáutico [AW2014-T6], debido a que en los estudios realizados de cargas estructurales estáticas, se dio como resultado el sobredimensionamiento del chasis, para que este tenga la capacidad de resistir el peso tanto del sistema eléctrico, como del piloto [5]. Por lo tanto, la selección del material utilizado en el chasis será de vital importancia, para determinar sus características mecánicas y en función de esto, definir si se comportará de manera adecuada según la carga que estaría destinado a soportar, así como también los esfuerzos que tendrá que absorber al momento de un impacto.

Además, según la Dirección General de Tráfico de España (DGT), establece que los denominados VMP “Vehículos de Movilización Personal”, tienen prohibida la circulación en aceras y demás zonas peatonales, con excepciones de patines o monopatines que sean impulsados a paso de una persona [6]. Por ende, es de suma importancia que en cada ciudad existan normativas en las cuales se determine puntos estratégicos por donde puedan circular este tipo de vehículos.

Para cumplir con los objetivos de este estudio, se tomará de muestra una motocicleta de este tipo, que sea comercializada de manera local, y así mediante un estudio bibliográfico, determinar los posibles materiales utilizados según la procedencia de estas. Finalmente, se realizará una simulación ocupando un software de ingeniería estructural, en el cual se harán ensayos destructivos virtuales, para así comprobar si este vehículo es estructuralmente seguro para el transporte de personas.

2.- FUNDAMENTO TEÓRICO[RCCG1].

Según López dice que el chasis de una motocicleta es una estructura rígida que sujeta a los componentes mecánicos, incluyendo: al motor, la suspensión, el sistema de dirección, la carrocería entre otros elementos que componen a la motocicleta, además de soportar todos estos

elementos el chasis también soporta al conductor y pasajero, según el diseño a tratarse [5]. Las funciones de un chasis de la motocicleta son: función estática y dinámica. La función estática es la que deberá soportar todos los elementos de la motocicleta. Por otro lado, la función dinámica, aunque no es tan evidente pero muy importante, va en conjunto con la suspensión y las ruedas las cuales deberán proporcionar una dirección precisa, buena adherencia al camino además de un manejo y confort adecuado [5].

Según Casajús, determina que el chasis de una motocicleta está compuesto de forma genérica por piezas muy similares, aunque con ligeras variaciones en su geometría [7]. Estas variaciones hacen que una motocicleta pertenezca a un segmento distinto entre ellas, por ejemplo: Deportiva, todo terreno, custom, trail, etc.

De acuerdo con Foale, la estructura de la motocicleta cumple diferentes consideraciones y condiciones estructurales de rigidez y resistencia, además esta es lo más ligera posible y a la vez tiene un tiempo de vida más aceptable [8]. Tal como Limousin & Díaz establece, para obtener una correcta eficiencia estructural se toma en cuenta el factor rigidez/peso [9]. Este factor se define como la relación que existe entre mantener los parámetros geométricos dentro de valores adecuados, el peso de los componentes de la motocicleta más el conductor.

Por otro lado, conforme Casajús, los tipos de chasis se clasifican en función de la forma de unión del cabezal de dirección con la zona de anclaje del basculante, y se clasifican en [7]:

Tabla 1: *Tipos de Chasis de motocicletas*

Tipos	Material	Sy Mpa	Su Mpa	Aplicación
Simple cuna cerrado	Acero AISI 501 recocido	207	483	no deportiva
Simple cuna abierto	Acero AISI 501 recocido	207	483	cilindrada 125-250 cc
Simple cuna desdoblado	Aluminio fundido 206-T6	405	445	Motocross
Doble cuna	Acero AISI 501 recocido	207	483	Custom
Monocasco	Acero AISI 501 recocido	207	483	Scooters

Fuente: [7].

En la tabla 1 se muestran los diferentes tipos de chasis, junto con los materiales típicos de construcción. Adicional se adjunta las características mecánicas y aplicación según el segmento.

Para el diseño estructural se toma en cuenta el análisis de materiales dúctiles bajo cargas repetitivas, los cuales fallan por un mecanismo al que se le llama fatiga. Según Mott afirma que para el diseño estructural se toma en cuenta el análisis de materiales dúctiles bajo cargas repetitivas, los cuales fallan por un mecanismo al que se le llama fatiga. El nivel de esfuerzo al que ocurre la fatiga es menor que el límite plástico del material. Para calcular el esfuerzo de diseño de un material se toma en consideración la resistencia última, ya que esta tiene una buena correlación entre la resistencia a la fatiga y la resistencia última. Por consiguiente, para el diseño estructural se toma en cuenta la siguiente formula [10].

$$\sigma d = \frac{S_u}{N} \quad [\text{Ec. 1}]$$

En donde σd es el esfuerzo de diseño, el S_u es la resistencia ultima antes de la rotura, y el N es el factor de diseño de seguridad el cual permite evitar fallas por fatiga que con frecuencia se originan en puntos de concentración de esfuerzo [10].

Por otro lado, Navalpotro y Corral en función del teorema de Von Mises mencionan que el fallo de un material ocurre cuando el volumen unitario es mayor que el valor de energía de distorsión correspondiente a la resistencia a fluencia en ese mismo volumen [11].

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{1}{2} * [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_3 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2]} < \sigma_{yp} \quad [\text{Ec.2}]$$

Por lo que las variables $\sigma_1 - \sigma_2$ son estados tensionales biaxiales y σ_3 es igual a cero, permitiendo conocer que cualquier estado tensional que genere una distorsión máxima fuera de dichos valores, produce el fallo. Tras el desarrollo matemático de la Ec.2 nos da como resultado una tensión uniaxial equivalente definida como σ_{eq} .

Además, para consolidar todas las definiciones anteriormente mencionadas se necesitará aplicar el método de análisis por

elementos finitos. Método que es aplicado actualmente para la solución de problemas que involucran un alto grado de complejidad. Comúnmente involucran geometrías complejas, cargas no distribuidas, y determinación de propiedades de materiales.

Cuando se habla de un vehículo automotor, tal es el caso de una motocicleta surgen dos conceptos fundamentales los cuales son seguridad activa y pasiva. Se define a la seguridad activa como todos los elementos o sistemas que tiene una motocicleta, los cuales tendrán que actuar de manera eficaz para evitar un accidente, tales como: sistema antibloqueo de frenos, control de presión de neumáticos, control de tracción, etc. Los cuales intentaran disminuir la probabilidad de un accidente. Por otro lado, se define como seguridad pasiva a todos los elementos o indumentaria que entraran en funcionamiento para proteger al piloto cuando el accidente se ha producido, tales como: casco, guantes, chaquetas, botas, etc. Los cuales trataran de minimizar los daños físicos que se generan cuando haya ocurrido un accidente.

2.1. Normativa internacional.

A nivel mundial existen diferentes tipos de normativas aplicadas a los Scooters eléctricos, sin embargo, la gran mayoría no se enfoca hacia la seguridad del piloto como del peatón. En consecuencia, se optó por una normativa de tipo europea, ya que esta define los parámetros antes mencionados.

Dentro de la unión europea existe una normativa, la cual regulariza parámetros de: diseño, velocidades máximas, sitios por donde circular, y además diferentes estándares de seguridad tanto para el ocupante como de los peatones. Por lo tanto, a nivel nacional debería existir una normativa a la cual se acople en la mayoría de los parámetros al reglamento extranjero antes mencionado.

De acuerdo con el ministerio interior de España, se definirá como VMP “vehículos de movilización persona”, a los vehículos de una o más ruedas dotados de una única plaza y propulsado exclusivamente por motores eléctricos que pueden proporcionar al vehículo una velocidad máxima entre 6 y 25 Km/h [12].

Por otro lado, si estos vehículos desarrollan una velocidad superior a 25 Km/h no se consideran como VMP, además se regirán al reglamento “UE n° 168/2013”, en la cual se dicta parámetros a evaluarse en estos tipos de vehículos tales como: diseño, potencia nominal, velocidad máxima [12].

Tal como Pérez indica, el artículo 121.1 del reglamento general de circulación de España establece que los VMP no pueden circular por aceras y zonas peatonales, ya que estos espacios de circulación son exclusivos para personas. Dada la consideración del peatón como usuario frágil de la vía, y teniendo en cuenta especialmente el mayor riesgo de vulnerabilidad de las personas con discapacidad y con movilidad reducida, las administraciones públicas competentes han establecido ciertas reglas y requisitos para la circulación de los VPM por calles, para evitar siniestros o accidentes relacionados entre los peatones y usuarios al mando de este tipo de vehículos [13].

En la actualidad, el diario el comercio, mediante un artículo realizado a la expo en dos ruedas, expresa que la empresa Mac EV International introduce en el mercado ecuatoriano cinco modelos de motocicletas de la marca Citycoco [14]. Por consiguiente, para este estudio se escogió el modelo T – CRUSIER. Modelo que usualmente se observa circulando en las calles de la ciudad de Quito, cuyas especificaciones técnicas se encuentran en la tabla 3.

2.2. Nuevas tecnologías estructurales. [RCGG2]

En la actualidad las grandes marcas de motocicletas han adoptado una tendencia de diseño que se basa en combinar diferentes materiales de tipo metal con polímeros de plástico y fibras para su estructura. Tal es el caso de los denominados “Plástico Composite y fibras de carbono”. Los cuales son materiales y compuestos reforzados con fibras que se diseñan para mejorar el comportamiento físico o mecánico de materiales homogéneos obteniendo como resultado un compuesto excepcionalmente

ligero, duradero, flexible y con una alta resistencia a la rotura.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Metodología

De manera inicial, la presente investigación se basa en la seguridad de los transeúntes como de las personas que optan por adquirir Scooter eléctricos. Por lo tanto, esta investigación es de tipo cuantitativa/deductiva, tomando en cuenta las variables estáticas y dinámicas de los diferentes modelos que se comercializan a nivel nacional.

Para este estudio se tomará en cuenta diferentes variables dependientes e independientes, considerando al elemento chasis como un objeto estático y dinámico.

3.1.1. Software de Diseño

Para realizar tanto el levantamiento geométrico como el análisis paramétrico y estructural del chasis de ambos vehículos utilitarios, se utilizó el software AUTODESK INVENTOR. Este permite el ensamblaje, modelación e inserción de componentes específicos como estructuras tubulares. De esta manera nos permite obtener un trabajo final con parámetros configurables para el estudio deseado, como se puede apreciar en la figura 1 y figura 2.

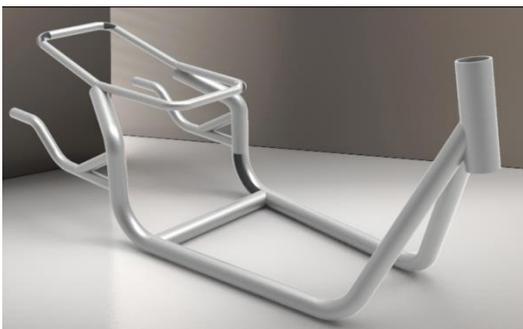


Figura 1 Modelo del chasis Scooter Eléctrico
Fuente. Autores.



Figura 2 Modelo del chasis Scooter a combustión interna "Suzuki AE50R"

Fuente: Autores.

Condiciones de frontera y mallado

Para cada chasis se han definido las siguientes condiciones de frontera. En el caso del scooter eléctrico, se definió como puntos fijos a la horquilla y al basculante. Por otro lado, en el caso del scooter a combustión interna se ha definido a la horquilla y a los puntos de anclaje del motor hacia el chasis como inmóviles. Mediante esto se determinará tres factores fundamentales utilizados en este estudio que son: deformación del chasis, desplazamiento y factor de seguridad.

Mallado

En el bastidor del scooter eléctrico para conformar la estructura del mallado se ha utilizado un tipo de malla triangular con una configuración de 116524 nodos y 58333 elementos. Mientras que, en el caso del bastidor del scooter a combustión interna su mallado se ha distribuido en 93195 nodos y 45542 elementos.

Las configuraciones del tamaño de malla y la distribución del número de elementos están definidas de acuerdo con la complejidad de la geometría, por lo que se puede definir que existe un mayor número de convergencia de puntos en los lugares donde la geometría es más complicada su interpretación, ver figura 4.

Fuerzas y reacciones

Para el cálculo de la distribución de las cargas estáticas que ejercen sobre el chasis se tomó en cuenta el peso de cada accesorio sobre el vehículo, sumando las magnitudes de peso de los componentes considerados en cada caso.

Para el cálculo de las magnitudes relacionadas con el impacto del bastidor se

ha tomado en cuenta los valores antes mencionados, donde se relacionan los límites de velocidad y los tiempos de impacto para cada uno de los casos de estudio, como se observa en las tablas 13, 14 y 15.

Cargas estáticas

En las tablas 7 y 10 se observa los valores del peso de los dos tipos de chasis, cabe recalcar que para hallar los resultados mediante el análisis estático se ha utilizado el peso con una y dos personas siendo 633,726 N y 1267,452 N respectivamente. Sin embargo, los pesos de cada uno de los componentes de los bastidores estudiados van a hacer diferentes, debido a la ubicación de los elementos que conforman el armazón de cada uno de los Scooters.

Para definir las condiciones de frontera se ha utilizado diferentes tipos de cargas puntuales sobre el bastidor, de tal forma que, el piloto y al pasajero se los ha ubicado en la parte posterior del chasis, ver figura 3 mientras que el peso de los componentes se los ha posicionado en la parte céntrica de la estructura tal como se muestra en la figura 3.

Se observa que en la figura 3 las flechas amarillas representan la sumatoria del peso de una o dos personas en la zona posterior del chasis, por otro lado, en la base de la estructura las flechas verdes representan la sumatoria del peso del motor y el tanque de combustible a su capacidad máxima.

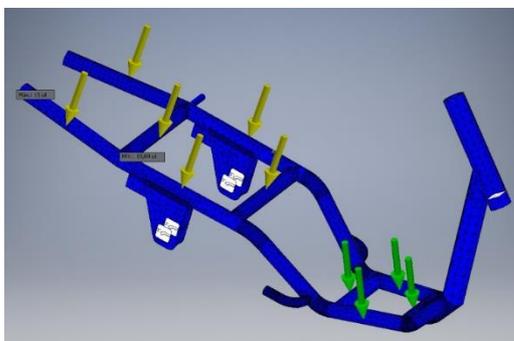


Figura 3. Chasis scooter a combustión interna AE 50 R.

Fuente. Autores

Esta figura representa las cargas virtuales

En la figura 4 para la distribución de las cargas estáticas en el chasis del scooter eléctrico se realizó la respectiva ubicación de estas de forma vertical, las que se identifica con colores de la siguiente manera: las flechas amarillas representan el peso de una o dos personas incluido el asiento en la parte posterior del chasis, las flechas de color verde indican el peso de las baterías.

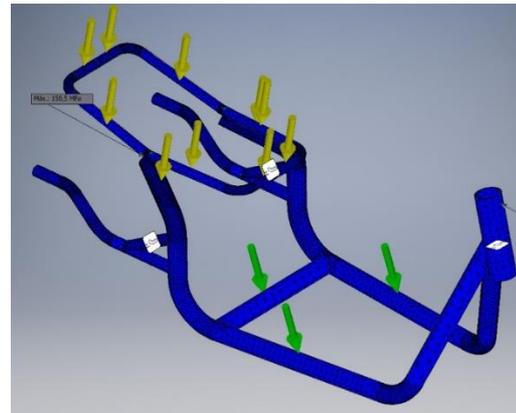


Figura 4. Chasis scooter eléctrico Citycoco.

Fuente. Autores

Esta figura representa las cargas virtuales **Cargas de impacto**

Las fuerzas que se generan sobre el chasis en cada caso, se las determinó bajo el principio de impulso, en donde la cantidad de movimiento es la variación de la velocidad que sufre el cuerpo analizado y que finalmente produce una fuerza media que actúa en toda la geometría de la estructura.

3.2 Materiales.

Según Monclús, se pudo constatar que a nivel internacional existen diferentes normativas, las cuales toman en cuenta diferentes parámetros de seguridad que se deben respetar para la circulación legal de este tipo de vehículos utilitarios en las calles, como se muestra en la tabla 2 [15].

Tabla 2: Límites de velocidad en diferentes países.

Normativa	País / Estado	Límite de velocidad	Edad mínima	Uso de casco
2019/S-149 TV-108	España	45 km/h	18 años	Obligatorio ECE/O NU R22

HB128	EE. UU. (Alab ma)	40 km/h	No defini do	No es necesari o
SL 2019- 31	Australi a	No definid o	No defini do	No definido
Ley senatori al 37	EE. UU. (Georgi a)	No definid o	16 años	No obligato rio

Fuente. [15]

3.2.1 Scooter eléctrico.

Para el presente estudio se utilizó un scooter eléctrico de marca citycoco, cuyas especificaciones técnicas se observan en la tabla 3.

Tabla 3 Especificaciones técnicas scooter eléctrico.

Marca	Citycoco
Tipo	Scooter.
Modelo	T – CRUSIER
Suspensión	Delantera: barra telescópica de recorrido corto Trasera: Dos amortiguadores hidráulicos sin regulación de precarga
Tipo de chasis	Tubular
Transmisión	Automática
Velocidad Máxima	60 km/h
Frenos	Disco ambas ruedas.
Potencia	800 W
Peso	60 Kg
Capacidad de carga máxima	200 Kg
Material de fabricación	Aleación de aluminio 6066-T6

Fuente. [16]

Según Behar, se ha determinado que este tipo de vehículos de tipo utilitario están contruidos con un material de aleación de Aluminio 6066–T6, donde se puede observar sus características mecánicas en la tabla 4 [17].

Tabla 4: Características mecánicas del material Aluminio 6066 – T6

Resistencia a la Cadencia (Sy)	Resistencia a máxima (Su)	Porcentaje de alargamiento (ϵ)	Módulo de elasticidad (E)
359 Mpa	393 Mpa	12 %	68,9 Gpa

Fuente. [18]

En el Ecuador, el artículo 83 del código civil vigente define a una persona que haya cumplido 18 años, como persona poseedora de la mayoría de edad [19].

Además, también se investigó que según la agencia nacional de tránsito (ANT), para emitir una licencia de conducir de tipo A1, A, B, F y G, el solicitante deberá cumplir varios requisitos, entre los cuales como principal se encuentra haber cumplido con la mayoría de edad, es decir 18 años [20].

Adicionalmente se rescató como dato principal que, según estudios estadísticos realizados por la Escuela Superior Politécnica de Litoral (ESPOL), que en Ecuador la talla de un hombre en promedio es de 1,64 metros [21]. Para determinar el peso ideal de una persona con estatura de 1,64 metros, se utilizó un software en línea denominado YAZEO [21], el cual mediante un algoritmo de relación entre edad y estatura nos permite determinar con exactitud cuál es el peso ideal para una persona con la estatura mencionada, dando como resultado 64 kilogramos como peso ideal. De tal modo, para las simulaciones de este estudio se tomó en cuenta un individuo con las características anteriormente mencionadas.

Para realizar las simulaciones de impacto se ha utilizado diferentes límites de velocidad para vehículos livianos, las cuales son establecidas por la agencia nacional de tránsito [22], las mismas que se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5. Límites de velocidades de tránsito

Tipo de vía	Límite Máximo
Urbana	50 km/h
Perimetral	90 km/h
Rectas en carreteras	100 km/h
Curvas en carreteras	60 km/h

Fuente. [22]

Según el análisis bibliográfico de Novillo, y Portillo, se constata que existe una variación de tiempo específico de impacto, en relación con las variables de velocidad antes mencionadas, las cuales se pueden observar en la tabla 6 [23], [24].

Tabla 6. Tiempo de duración de impactos

Velocidad	Tiempo de impacto
50 km/h	0,09 segundos
60 km/h	0,08 segundos
90 km/h	0,02 segundos
100 km/h	0,018 segundos

Fuente. [23], [24].

En la tabla 6 se observa los tiempos de impacto correspondientes a cada rango de velocidad establecidos para este estudio [25]. Para determinar las fuerzas que actúan sobre el chasis se ha utilizado tanto los pesos de los componentes como del piloto y acompañante que se encontrarán sobre el chasis del scooter eléctrico en este caso. Ver tabla 7.

Tabla 7. Pesos de componentes scooter eléctrico

Variable	Magnitud
Peso de Batería	38,304 N
Peso del Asiento	11,103 N
Peso 1 Persona	633,726 N
Peso 2 Personas	1267,452 N

Fuente. Autores.

En la tabla 7, se puede observar que no se tomó en cuenta el peso del motor eléctrico de este vehículo. Ya que este motor es de tipo sincrónico con imanes permanentes, es decir se encuentra en el interior de la rueda posterior del vehículo. Al encontrarse en esta ubicación por obvias razones el conjunto rueda – motor se encontrará en contacto con el piso. De esta manera el peso del conjunto en contacto con la superficie generará una fuerza vertical contraria a la reacción, por lo que el peso del motor en conjunto con el rin tendrá que ser despreciable para el equilibrio de las fuerzas [26].

3.2.2 Scooter a combustión interna

Para esta investigación, también se requirió un scooter a combustión interna, cuyas especificaciones técnicas se detallan en la tabla 8.

Tabla 8 Especificaciones técnicas de la motocicleta a combustión interna

Marca	Suzuki
Tipo	Scooter.
Modelo	AE50R.
Cilindrada	50 cc
Suspensión	<ul style="list-style-type: none"> • Barras delanteras • Amortiguador hidráulico posterior

Transmisión	Automática.
Frenos	Tambor en ambas ruedas.
Tipo de chasis	Tubular.
Peso	88 kg.

Material de fabricación AISI SAE 1010

Fuente. [27]

Según un análisis bibliográfico se determinó que, en el estudio de Bonilla, este tipo de vehículos utilitarios están contruidos con un material AISI SAE 1010, donde se puede observar sus características mecánicas en la tabla 9 [27].

Tabla 9: Características mecánicas del material AISI SAE 1010

Resistencia elástica (Sy)	Resistencia a plástica (Su)	Porcentaje de alargamiento (ε)	Módulo de elasticidad (E)
442 Mpa	466 Mpa	21 %	207 Gpa

Fuente: [27].

Para determinar las fuerzas que actúan sobre el chasis de esta motocicleta, se ha utilizado tanto los pesos de los componentes de esta, como también el peso del piloto y acompañante, los que se encontrarían sobre el chasis en este caso. Ver tabla 10.

Tabla 10. Pesos de componentes scooter a combustión interna

Variable	Magnitud
Peso tanque combustible lleno	70,365 N
Peso del motor	231,873 N
Peso del asiento	9,63 N
Peso de 1 persona	633,726 N
Peso de 2 personas	1267,452 N

Fuente. Autores

Puntualmente en este caso se tomó en cuenta el peso del motor de este vehículo, ya que este se encuentra acoplado al chasis mediante pernos de sujeción.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 11. Antecedentes datos de entrada

Factor de estudio	Cargas Estáticas	
	Scooter eléctrico	Scooter Mci
Cargas [N]	633,726	633,726
Cargas de Impacto		
	Scooter eléctrico	Scooter Mci
Carga [N]	1222,33	1497,01
Velocidad [km/h]	50	50
Tiempos de impacto [S]	0,09	0,09
Fuerza [N]	19229,23	23551,27

Fuente. Autores

Como datos de entrada se tomará en cuenta las simulaciones para cargas estáticas y cargas de impacto. Para el segundo caso se consideró los límites de velocidad establecidos por la agencia nacional de tránsito, para lo cual se utilizó varios escenarios con diferentes rangos de velocidades. Como se observa en la tabla 11 las condiciones de tiempo y fuerza varían en función de la carga, en donde la velocidad fue la misma en cada caso.

4.1. Análisis Cargas estáticas

Para determinar las cargas estáticas se realizó la sumatoria de pesos sobre el chasis, debido a que esta nos permite calcular la fuerza que se ejerce sobre el chasis, tomando en cuenta los siguientes aspectos: peso neto de cada vehículo utilitario, piloto y acompañante.

Scooter eléctrico

Mediante el análisis de las cargas estáticas se determinó las fuerzas que actúan sobre el chasis de este vehículo, de esta manera se analizó los factores como

desplazamiento, tensiones de Von Misses y factor de seguridad, los cuales influyen sobre el diseño y resistencia de los chasis estudiados, cuyos resultados se pueden apreciar en la tabla 12.

Tabla 12 Resultados fuerzas estáticas para chasis de scooter eléctrico.

Factor de estudio	1 persona (N)	2 personas (N)	Carga máxima (N)
Fuerza (N)	633,726	1267,452	1962
Von Misses (Mpa)	147,2	289	441,8
Desplazamiento (mm)	2,254	4,429	6,776
Factor de seguridad	2,44	1,24	0,81

Fuente. Autores

En la tabla 12 se visualizan los resultados de las cargas estáticas para el vehículo scooter eléctrico, las cuales fueron calculadas en torno a la fuerza ejercida para cada caso. Estas fuerzas fueron determinadas tomando en consideración las variables descritas en la sección de materiales, ver tabla 7.

Scooter a combustión interna

Para el caso del vehículo utilitario descrito como scooter a combustión interna se determinó los resultados de cada variable de estudio como: factor de seguridad, desplazamiento y esfuerzos de Von Misses, los cuales se visualizan en la tabla 13.

Tabla 13 . Resultados fuerzas estáticas para chasis de scooter a combustión interna.

Factor de estudio	1 persona (N)	2 personas (N)
Fuerza (N)	633,726	1267,452
Von Misses (Mpa)	20,01	40,94
Desplazamiento (mm)	0,1442	0,2895
Factor de seguridad	15	10,78

Fuente. Autores

En la tabla 13 se observa los resultados de cargas estáticas para el vehículo scooter a combustión interna, las cuales fueron calculadas en torno a la fuerza ejercida para cada caso. Estas fuerzas fueron determinadas tomando en consideración las variables descritas en la sección de materiales, ver tabla 3.

4.2. Analisis Cargas de impacto

Para determinar las cargas de impacto, se calculó la fuerza que ejerce sobre el chasis mediante una velocidad determinada, tomando en cuenta los siguientes aspectos: peso neto de cada vehículo utilitario, piloto y acompañante, además del tiempo de impacto definido para cada velocidad. Determinando así la fuerza media para cada chasis.

Scooter eléctrico

Previo a las simulaciones de impacto se calculó las fuerzas que actúan sobre el chasis con respecto a las velocidades que se toman en cuenta para este estudio. Además se calculó. Los resultados de estas fuerzas se las presentan en la tablas 14, 15 y 16.

Tabla 14. Fuerza media para chasis de scooter eléctrico considerando peso de una persona.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Peso (N)	1222,33	1222,33	1222,33	1222,33
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	19229,93	24436,26	1557,50	192299,33
Von Misses (Mpa)	6542	8307	5333,9	65660
Desplazamiento (mm)	177,3	225,5	1439	1777
Factor de seguridad	0,05	0,04	0,01	0,01

Fuente. Autores

En las tablas 14, 15 y 16 se muestran los resultados de las simulaciones realizadas en el chasis del vehículo utilitario Scooter eléctrico, mediante el software Autodesk Inventor para con los diferentes factores de estudio; Von Misses, desplazamiento y factor de seguridad de cada caso.

Tabla 15. Fuerza media para chasis de scooter eléctrico considerando peso de dos personas.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Peso (N)	1856,05	1856,05	1856,05	1856,05
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	29199,87	37105,46	2365,00	291998,67

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Von Misses (Mpa)	9946	12528	8100,4	99458
Desplazamiento (mm)	269,5	342,6	2186	2699
Factor de seguridad	0,04	0,03	0	0

Fuente. Autores

Tabla 16. Fuerza media para chasis del scooter eléctrico considerando carga máxima soportada.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Peso (N)	1962	1962	1962	1962
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	40126,67	50990,59	3250,0	401266,67
Von Misses (Mpa)	13715	17412	1100,00	137000
Desplazamiento (mm)	370,5	470,9	3004	3709
Factor de seguridad	0,03	0,02	0	0

Fuente. Autores

Scooter a motor de combustión interna.

Para el caso del vehículo utilitario Scooter a combustión interna, se calculó las fuerzas que actúan sobre el chasis con respecto a las velocidades tomadas en cuenta para este estudio. Los resultados de estas fuerzas se presentan en las tabla 17 y 18.

Tabla 17. Fuerza media para scooter a combustión interna considerando peso de una persona.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Peso (N)	1497,01	1497,01	1497,01	1497,01
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	23551,27	29927,55	1907,50	235512,67
Von Misses (Mpa)	908,1	1159	7490	9252
Desplazamiento (mm)	13,25	16,92	109,5	135,3
Factor de seguridad	0,49	0,38	0,06	0,05

Fuente. Autores

En las tablas 17 y 18 se muestran los resultados de las simulaciones realizadas en el chasis del vehículo utilitario Scooter a combustión interna, mediante el software Autodesk Inventor con los diferentes

factores de estudio; Von Misses, desplazamiento y factor de seguridad de cada caso.

Tabla 18. Fuerza media para scooter a combustión interna considerando peso de dos personas.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Peso (N)	2130,73	2130,73	2130,73	2130,73
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	33521,20	42596,75	271500	335212
Von Misses (Mpa)	1301	1658	10669	13177
Desplazamiento (mm)	18,99	24,22	156,1	192,7
Factor de seguridad	0,34	0,27	0,04	0,03

Fuente. Autores

Comparativa de resultados

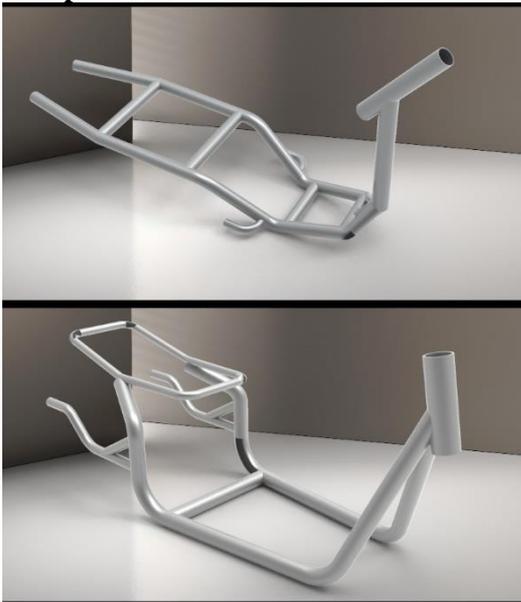


Figura 5. Chasis de los scooters estudiados.

Fuente. Autores

En la figura 5 se presenta los dos modelos de chasis con los que se a trabajado, en los cuales se calculó las diferentes fuerzas que actuan sobre estos. Ademas mediante el software Autodesk Inventor, se determinó diferentes parámetros como: Von Misses, desplazamiento y factor de seguridad, los mismos que se encuentran detallados en las tablas 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

Tabla 19. Factores para los casos de estudio.

Factor	1 persona	2 personas	Carga máxima
Scooter eléctrico			
Von Misses (Mpa)	147,2	289	441,8
Desplazamiento (mm)	2,254	4,429	6,776
Factor de seguridad	2,44	1,24	0,81
Scooter a combustión interna			
Von Misses (Mpa)	20,01	40,94	-
Desplazamiento (mm)	0,1442	0,2895	-
Factor de seguridad	15	10,78	-

Fuente. Autores

A continuación, se muestra la figura 6 en donde se observa los resultados de Von Misses, en el caso del scooter a combustión interna está por debajo del límite elástico como se visualiza en la tabla 9.

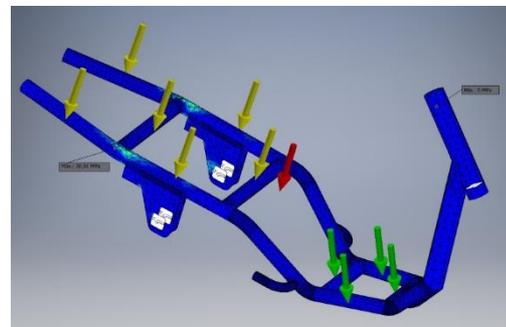


Figura 6. Scooter a combustión interna Von Misses 1 persona

Fuente. Autores

En la figura 6 se observa el módulo de Von Misses con valor máximo de 20,01 Mpa, este valor resultante viene hacer inferior al límite elástico del material es decir 442 Mpa, por lo tanto, el desplazamiento en el punto de mayor esfuerzo es de 0,1442 mm como se observa en la tabla 18. Esto representa un factor de seguridad de diseño de 15, es decir que la estructura de este chasis tiene un porcentaje de confiabilidad que se encuentra dentro del

criterio de diseño por lo tanto estaría recomendado como vehículo utilitario.

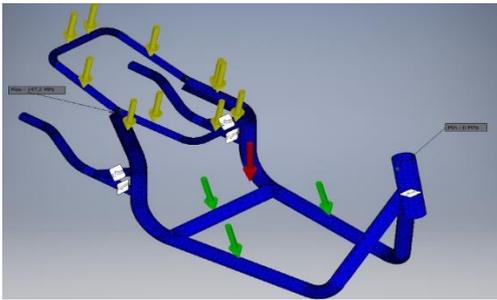


Figura 7. Scooter eléctrico Von Mises 1 persona

Fuente. Autores

En la figura 7 se observa el chasis del scooter eléctrico en donde representa el esfuerzo máximo de deformación del módulo de Von Mises con una magnitud de 147,2 Mpa, este valor es inferior al límite elástico del material es decir 359 Mpa, dando como resultado el cálculo de factor de seguridad de diseño de 2,44, por lo tanto, se puede deducir que esta estructura está dentro del límite elástico del material, ya que según el estudio realizado por Remache en los resultados del análisis de esfuerzos del chasis de una motocicleta indica que se encuentra dentro del límite de confiabilidad cuando se obtiene un factor de seguridad a fatiga entre 2 a 2,5 por lo tanto este vehículo sería recomendado como utilitario, tomando en cuenta que este análisis se lo hizo con el peso de una persona [28].

Sin embargo, según las especificaciones técnicas dadas por el fabricante, afirma que, esta estructura puede llegar a soportar una carga máxima de hasta 200 kg, por lo tanto, mediante la simulación con estos valores se determinó un esfuerzo máximo del módulo de Von Mises de 441,8 Mpa con un desplazamiento de 6,776 mm determinando un factor de seguridad de 0,81. Por lo que se llega a concluir que este valor se encuentra dentro del límite plástico del material determinando que esta estructura no está diseñada para soportar su capacidad máxima teórica

Por otro lado, el conjunto de figuras que corresponden a los demás factores analizados como: desplazamiento y factor de seguridad se encuentran en anexos.

En la tabla 20 se visualiza los resultados del análisis de impacto calculados

mediante diferentes tipos de velocidades en un rango de 50 a 100 Km/h para el scooter eléctrico y el de combustión interna, en el caso del scooter eléctrico se observa que el rango del módulo de Von Mises va desde 6542 Mpa hasta 65660 Mpa con un desplazamiento de 177,3 mm hasta 1777 mm, determinado un factor de seguridad de 0,05 a 0,01. Por otro lado, en la tabla 16 se observa que el rango del módulo Von Mises en el caso del scooter a combustión interna va desde 908,1 Mpa hasta 9252 Mpa con un desplazamiento de 13,25 mm hasta 135,3 mm, determinando un factor de seguridad de 0,49 a 0,05. Por lo tanto, en relación con el artículo del Francois sobre la estimación de la velocidad de impacto en motocicletas, la que se realizó en un rango de 28 Km/h hasta 70 Km/h, en donde el conjunto delantero se deformó un máximo de 40 cm, por lo que se evidencia que los resultados determinados en nuestra investigación tienen relación en la velocidad de impacto y deformación en la estructura, ya que en el caso del scooter a combustión interna se determinó una deformación máxima de 16,92 cm a 60 Km/h [29].

En el estudio realizado por Francois se observa que el vehículo tomado a prueba, a una velocidad de 60 Km/h sufre una deformación de 35 cm en su estructura, por lo que hace referencia a que este vehículo sufrió una deformación plástica, lo que quiere decir que esta estructura se deformará y será incapaz de regresar a su estado inicial [29]. De este modo se puede evidenciar que en nuestro estudio los vehículos: Scooter a combustión interna y scooter eléctrico sufren una deformación menor en 95,17% y 35,57% a 60 Km/h entorno al estudio de Francois, sin embargo, existe una falla evidente en cada material, ya que la fuerza calculada superará al límite plástico, lo que quiere decir que el factor de seguridad estará fuera del rango aceptable, por lo que los vehículos fallaran estructuralmente.

Tabla 20. Carga de impacto con una persona.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Scooter Eléctrico				
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	19229,93	24436,26	155750	192299,33
Von Misses (Mpa)	6542	8307	53339	65660
Desplazamiento (mm)	177,3	225,5	1439	1777
Factor de seguridad	0,05	0,04	0,01	0,01
Scooter a combustión Interna				
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	23551,27	29927,55	190750	235512,67
Von Misses (Mpa)	908,1	1159	7490	9252
Desplazamiento (mm)	13,25	16,92	109,5	135,3
Factor de seguridad	0,49	0,38	0,06	0,05

Fuente. Autores**Tabla 21. Cargas de impactos con dos personas.**

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Scooter eléctrico				
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	29199,87	37105,46	236500	291998,67
Von Misses (Mpa)	9946	12528	81004	99458
Desplazamiento (mm)	269,5	342,6	2186	2699
Factor de seguridad	0,04	0,03	0	0
Scooter a combustión interna				
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	33521,20	42596,75	271500	335212
Von Misses (Mpa)	1301	1658	10669	13177
Desplazamiento (mm)	18,99	24,22	156,1	192,7
Factor de seguridad	0,34	0,27	0,04	0,03

Fuente. Autores

En la tabla 21 se observan los resultados que se determinaron en base a las simulaciones realizadas en el software

autodesk inventor, considerando el peso de dos personas sobre el chasis de cada motocicleta. Como se puede apreciar, el factor de seguridad en cada motocicleta es inversamente proporcional a la velocidad de prueba, es decir, este factor será menos confiable conforme el vehículo sea impactado a más velocidad.

Tabla 22. Cargas de impacto con peso Máximo.

Factor de estudio	50 km/h	60 km/h	90 km/h	100 km/h
Scooter eléctrico				
Tiempo de Impacto (S)	0,09	0,085	0,02	0,018
Fuerza (N)	40126,67	50990,59	32500	401266,67
Von Misses (Mpa)	13715	17412	110000	137000
Desplazamiento (mm)	370,5	470,9	3004	3709
Factor de seguridad	0,03	0,02	0	0
Scooter a combustión interna				
Tiempo de Impacto (S)	-	-	-	-
Fuerza (N)	-	-	-	-
Von Misses (Mpa)	-	-	-	-
Desplazamiento (mm)	-	-	-	-
Factor de seguridad	-	-	-	-

Fuente. Autores

Como se observa en la tabla 22 se omitieron las simulaciones para carga máxima del scooter a combustión interna, debido a que en las tablas 20 y 21 se aprecia que a una velocidad de 50 Km/h tomando en cuenta el peso de un piloto más un acompañante, el módulo de Von Mises supera el límite plástico del material, al igual que el factor de seguridad tiende a cero, lo que significa que el material fallará estructuralmente.

5.- Conclusiones.

Mediante la revisión bibliográfica realizada en este estudio se constató que existe una contradicción por parte de los entes reguladores de la circulación vehicular, ya que, localmente existe un modelo denominado "Manual de convivencia vial para circulación de los vehículos eléctricos", en el cual se indica

que los vehículos con peso mayor o igual a 80 kg son clasificados como motos eléctricas. Por lo tanto, deberían ser homologados según la resolución No. 081 DIR 2015 ANT del reglamento general de homologación vehicular y dispositivos de medición, y control de seguridad. En donde se indica como aspecto fundamental llevar a cabo ensayos, inspecciones, procesos de control técnico de especificaciones declaradas en la norma técnica aplicable vigente.

Luego de realizar la simulación estructural enfocado a cargas estáticas, se determinó que existe una variación en el factor de seguridad de cada vehículo, ya que, en el caso del scooter a combustión interna versus el scooter eléctrico, tomando en cuenta únicamente el peso del piloto, tenemos un decremento de 83,73% de confiabilidad, sin embargo, en este caso el factor de seguridad está dentro de los límites establecidos en este estudio. Para el segundo caso, tomando en cuenta el peso del piloto más un acompañante se observa un decremento de 88,5%, es decir, para este caso se encuentra fuera de los límites establecidos como confiables para su utilización. Por lo que se concluye que el vehículo utilitario scooter eléctrico será seguro y estructuralmente confiable solamente con el peso del piloto.

Se determinó que la estructura del scooter eléctrico sufrirá una falla evidente, ya que mediante las simulaciones a carga máxima se calculó un factor de seguridad 0,03 con lo que este vehículo no sería estructuralmente confiable aplicando la carga máxima soportada que asegura el fabricante. Adicionalmente al realizar este estudio comprendimos que el factor dominante para las pruebas de impacto es el peso, ya que, si este aumenta provocará que el valor del desplazamiento del chasis incremente en 25,245% de deformación conforme la velocidad ascienda hasta el límite definido en este estudio.

Bibliografía.

- [1] A. Martínez, «Metro,» 07 enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2020/01/07/preparan-normativa-uso-segway-scooters-bicicletas-motocicletas-electricas-quito.html>. [Último acceso: 13 septiembre 2020].
- [2] A. López, «El Comercio,» 29 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito-regulacion-escuter-es-transporte-transito.html>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [3] J. Machado, «Primicias,» 18 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/accidentes-transito-vias-muertes/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [4] Slaiman, «Análisis de fuerza y rigidez del marco de una motocicleta,» 2018.
- [5] L. López, «Instituto Politécnico Nacional,» Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, 11 Octubre 2013. [En línea]. Available: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12642/1939%202013.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 14 Septiembre 2020].
- [6] N. P. Olivella, «Dirección General de tráfico de España,» 03 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/otras-normas/normas-basicas/Instruccion-VMP-y-otros-vehiculos-ligeros.pdf>. [Último acceso: 14 Septiembre 2020].
- [7] L. Casajús, «Tipos de Chasis de motocicleta,» Marzo 2012. [En línea]. Available: http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R51_A2.pdf. [Último acceso: 12 Octubre 2020].
- [8] T. Foale, «Motocicletas Comportamiento Dinámico y Diseño de Chasis,» 2003. [En línea]. Available: <https://books.google.es/books?id=ST5hfUMx0YC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. [Último acceso: 21 05 2020].
- [9] E. Limousin y C. Díaz, «Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación,» 10 03 2010. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/2454/2245> [Último acceso: 21 05 2020].
- [10] R. L. Mott, «Resistencia de Materiales,» de *Resistencia de Materiales*, Quinta Edición ed., México, Nancy Kesterson , 2009, pp. 118-120.
- [11] M. Abasolo, S. Navalpotro, E. Iriondo y J. Corral, «Diseño de Máquinas,» 2007. [En línea]. Available: https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/15400/mod_resource/content/4/Tema%203%2020Teor%C3%ADas%20de%20fallo%20est%C3%A1tico.pdf. [Último acceso: 24 06 2020].
- [12] P. Sánchez, «Ministerio del Interior de Madrid,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.coruna.gal/descarga/1453609629318/Guia-para-usuarios-de-motocicletas.pdf>. [Último acceso: 09 05 2020].
- [13] N. Perez, «Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.pap.minhap.gob.es/>. [Último acceso: 21 05 2020].
- [14] E. Tapia, «Motos y monopatines eléctricos son el atractivo en la Expo en dos ruedas,» El Comercio, 07 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/motos-monopatines-electricos-exposicion-quito.html>. [Último acceso: 14 Octubre 2020].
- [15] J. Monclús y J. Ortega, «Nuevos Sistemas de Movilidad Personal y sus Problemas Asociados a la Seguridad Vial,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/consulta/registro.do?id=166653>. [Último acceso: 28 10 2020].
- [16] «Patinete Eléctrico,» 2017. [En línea]. Available: <https://patinetelectricoo.com/citycoco-harley/#>. [Último acceso: 14 Octubre 2020].
- [17] M. Behar, «Dispositivo y Método para un scooter eléctrico plegable,» 04 09 2016. [En línea]. Available: <https://patents.google.com/patent/US20160221629A1/en?q=DEVICE+AND+METHOD+FOR+A+COLLAPSIBLE+ELECTRIC+SCOOTER&oq=DEVICE+AND+METHOD+FOR+A+COLLAPSIBLE+ELECT>

- RIC+SCOOTER. [Último acceso: 28 10 2020].
- [18] A. Lonita, «Aluminum 6066-T6,» 09 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/438930793/Aluminum-6066-T6>. [Último acceso: 14 Octubre 2020].
- [19] E. telégrafo, «Decano de la prensa nacional # Yomecuido,» 29 09 2014. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/12/18-anos-seria-la-edad-minima-para-contrar-matrimonio-civil#:~:text=En%20Ecuador%2C%20en%20el%20art%C3%ADculo,ascendientes%20de%20grado%20m%C3%A1s%20pr%C3%B3ximo%E2%80%9D>. [Último acceso: 28 10 2020].
- [20] ANT, 18 01 2017. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/ant/base-legal/reglamento-general-para-la-aplicacion-de-la-lotstsv>. [Último acceso: 28 10 2020].
- [21] E. Mera, «La estatura de los ecuatorianos se incrementó en cuatro décadas,» El telégrafo, 25 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/la-estatura-de-los-ecuatorianos-se-incremento-en-cuatro-decadas>. [Último acceso: 12 Octubre 2020].
- [22] A. N. d. Tránsito, 29 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/component/content/article/49-boletines/189-agencia-nacional-de-transito-participa-en-la-semana-#X2Fu8mhKjIV>. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [23] J. C. Novillo, «Universidad Carlos III De Madrid,» Julio 2005. [En línea]. Available: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8679/PFC_Jaime_Condes_Novillo_2005_20105414260.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [24] M. Portillo, R. Chacón , M. Moreno y F. Bongiorno, «Ciencia Ingeniería,» 01 Abril 2011. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550790011.pdf>. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [25] E. Riders, «Youtube,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=BjD3cWSNEG0>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [26] Electromovilidad, 16 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://electromovilidad.net/tipos-de-motores-electricos/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [27] I. Bonilla y J. Jaque , «Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,» 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4425/1/65T00173.pdf>. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [28] Á. Remache, J. Leguisamo y E. Tamayo, «Universidad tecnologica Equinoccial,» 22 09 2019. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/336176360_Analisis_topologico_mediante_el_Metodo_de_Elementos_Finitos_del_chasis_de_una_motocicleta_de_competencia. [Último acceso: 29 10 2020].
- [29] D. Francois, «Spain Documents,» 26 09 2018. [En línea]. Available: <https://fdocuments.es/document/estimacion-de-la-velocidad-de-impacto-en-motocicletas-zona-de-anclaje-de-la.html>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [30] «Agencia Nacional de Tránsito,» 2016. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/lenovo/Downloads/RESOL%2097-DIR-2016-ANT%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/lenovo/Downloads/RESOL%2097-DIR-2016-ANT%20(1).PDF). [Último acceso: 02 04 2020].
- [31] W. Crouse y D. Anglin, «Mecánica de la Motocicleta,» 2004. [En línea]. Available: https://books.google.com.ec/books?id=XWcbIUJUpKEC&pg=PA22&lpg=PA22&dq=La+definici%C3%B3n+de+motocicleta+a+a+trav%C3%A9s+de+sae&source=bl&ots=Q4LEzpNEPa&sig=ACfU3U1VUzs5Q18dyxjDFSZC6gdKIvRIyQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiT_M3166fpAhUrc98KHSqAAgAQ6AEwAnoECAoQAQ. [Último acceso: 09 05 2020].
- [32] O. González, «Diseño, modelización y fabricación de un chasis para una motocicleta de competición,» 14 09 2012. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Tesis%20de%20Dise%C3%B1o%20y%20fabricaci%C3%B3n%20de%20un%20chasis%20para%20una%20motocicleta%20de%20competici%C3%B3n.pdf>.

20chasis%20libro%20.pdf. [Último acceso: 11 05 2020].

[33] M. Nasrul, «INVESTIGACIÓN DINÁMICA ESTRUCTURAL DEL CHASIS DE LA MOTOCICLETA,» 05 06 2017. [En línea]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/317344356>. [Último acceso: 11 05 2020].

[34] L. López, «Instituto Politécnico Nacional,» 11 10 2013. [En línea]. Available: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12642/1939%202013.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 16 05 2020].

ANEXO 1

INTRODUCCIÓN

Segway, scooters, bicicletas y motocicletas eléctricas ya empiezan a recorrer las calles de la capital y formar parte del sistema vial de tránsito. Este auge por el uso de los llamados vehículos eléctricos menores llegó a Quito, así como las normativas y regulaciones que darán paso a este tipo de movilidad.

Aunque por el momento este tipo de medios de transporte no están incluidos en la Ley de Tránsito ni normativa local, se está trabajando, indicó Fernando de la Torre, Director Metropolitano de Modos de Transporte Sostenible del Municipio de Quito.



Por el momento, en la capital rige un "Manual de convivencia vial para vehículos eléctricos menores" y para los servicios de Scooter comercial compartido, que se están viendo ahorita en Quito, señaló.

ANEXO 2

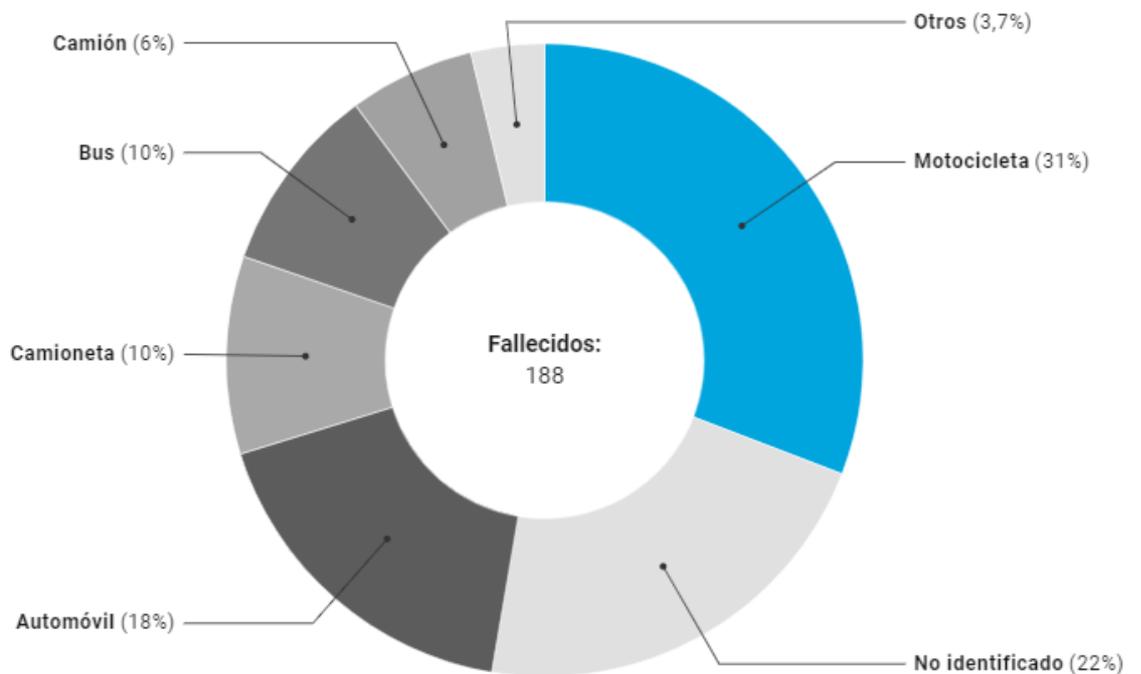
INTRODUCCIÓN

Guillermo Abad, secretario de **Movilidad**, señala que esos vehículos pese a no ser a combustión son eléctricos y deben estar dentro de una norma jurídica y reglamentaria, y deben ser legislados por la Ley de Tránsito. Para iniciar el control, la **Secretaría de Movilidad** está trabajando en un concurso para tener una **consultoría** y establecer el reglamento respectivo basado en parámetros internacionales, y así incluirlo en una normativa local.

ANEXO 3

INTRODUCCIÓN

Tipos de vehículos involucrados en fallecimientos (agosto 2019)



ANEXO 4

INTRODUCCIÓN

3. Geometría del cuadro de la motocicleta

La parte más importante de la motocicleta es el marco de la motocicleta. Está diseñado de una manera específica que mejora la comodidad y toda la experiencia de conducción del cliente. La geometría debe concentrarse principalmente en la aerodinámica, la comodidad y el buen diseño para que sea atractiva. En general, los marcos de las motocicletas están diseñados para hacer que la transferencia de potencia del piloto a las ruedas sea lo más eficiente posible para que también sea agradable conducir a través de las carreteras mojadas y secas.

Geometría significa que debe contener todo el ángulo de la bicicleta y soporta el cuerpo whole perfectamente. Cada ángulo y longitud del tubo es una parte de la geometría general de una bicicleta. La geometría juega un papel vital en cualquier diseño de bicicleta. La geometría define el estilo de la bicicleta y su capacidad. La geometría varía para cada país dependiendo de su estilo. Estos parámetros proporcionan la base para diseñar el cuadro y la estabilidad de la bicicleta depende completamente de las articulaciones. Además hay una gran interacción entre ellos por lo que no es útil examinar los efectos producidos por un solo parámetro geométrico.

ANEXO 5

INTRODUCCIÓN

5.2.3 Propiedad de los materiales.

Para el análisis estructural estático, el software nos pide que definamos el módulo de Young (E) y el coeficiente de Poisson (ν) del material. Para este proyecto hemos decidido utilizar el aluminio de uso aeronáutico AW2014-T6, en la siguiente tabla se muestran sus propiedades.

Tabla 3. Propiedades del aluminio.24

AW2014-T6		
Densidad.	2800	Kg/m^3
Módulo de Young.	73	GPa
Coefficiente de Poisson.	0.33	-
Esfuerzo de cedencia.	414	MPa
Esfuerzo de ruptura.	483	MPa

ANEXO 6

INTRODUCCIÓN

autorización administrativa para circular (opción 1.1.5A), con sanción de 500 €. Así mismo, también procederá la inmovilización y el depósito.

Dentro de este grupo se incluyen los casos de VMP que hayan sido manipulados para alterar la velocidad o las características técnicas.

6.3. Denuncias a usuarios de vehículos de tipo L1e-A (ciclos de motor)

En estos casos, se trata de un vehículo que aunque no tiene la categoría técnica de ciclomotor, pero para el que se requiere de autorización administrativa para circular, seguro obligatorio y autorización administrativa para conducir (permiso de la clase AM), por lo que, en caso de faltar alguno o todos estos requisitos procederá formular denuncia por los motivos descritos en el apartado anterior.

7. Comportamientos de circulación que deben ser objeto de denuncia

Los comportamientos más frecuentemente detectados que suponen infracción a la normativa de tráfico en la actualidad son los siguientes:

7.1. Circulación por aceras y zonas peatonales

El artículo 121.1 del Reglamento General de Circulación establece que las zonas peatonales son los espacios de circulación exclusiva de los peatones, estando éstos obligados a transitar por ellas. Dada la consideración del peatón como usuario vulnerable de la vía, y teniendo en cuenta especialmente el mayor riesgo de vulnerabilidad de las personas con discapacidad y con movilidad reducida, las Administraciones públicas competentes deben velar porque estos espacios sean seguros para ellos.

ANEXO 7

FUNDAMENTO TEÓRICO

En el diseño del chasis se tiene muy en cuenta el uso que se le vaya a dar a la motocicleta, es decir, si va a ser de campo, carretera o ciudad y el motor que vaya a incorporar (nº de cilindros, disposición, si va a realizar funciones portantes,...). Para ello, además de la geometría del chasis, se tienen en cuenta criterios como son la rigidez y la ligereza del chasis.

El chasis es el elemento principal de la motocicleta, estructuralmente hablando, une mediante la pipa o cabezal de dirección el conjunto delantero (la rueda delantera) con el basculante (rueda trasera) y soporta todos los elementos mecánicos, manteniendo la geometría y el reparto de pesos con una rigidez adecuada. El cabezal de dirección y la zona del anclaje del basculante son las zonas que mayores esfuerzos sufren es por ello que son las zonas más reforzadas del chasis.

Los tipos de chasis se clasifican en función de la forma de unión del cabezal de dirección con la zona del anclaje del basculante.

www.centro-zaragoza.com

Chasis simple cuna cerrado

El chasis de simple cuna cerrado es aquel que dispone de perfiles en un solo plano vertical que parten desde el cabezal de dirección hasta la zona del eje del basculante, es decir, desciende un solo tubo desde la columna de dirección y pasa por debajo del motor formando una cuna. La estructura, compuesta por tubos soldados, alberga al motor en su interior.

El perfil en la parte inferior del chasis es continuo desde el cabezal de dirección hasta la zona del basculante.



Chasis simple cuna cerrado, Bultaco Metralla (1962).

Nº 51 - Enero / Marzo 2012

Activ:

ANEXO 8

FUNDAMENTO TEÓRICO

13 Materiales **y** sus propiedades

Antes de decidir qué material es el más adecuado para cada componente en particular, necesitamos conocer algunas cosas con respecto a sus propiedades. Estas son las propiedades que más nos interesan:

- Resistencia
- Rigidez
- Densidad (o gravedad específica)
- Ductilidad
- Resistencia a la fatiga
- Métodos de unión disponibles
- Coste del material
- Coste del mecanizado **y** de la elaboración de la pieza

La importancia relativa de estas propiedades depende de la utilización que le queramos dar a la moto. Por ejemplo, un coste bajo es mucho más importante para un ciclomotor producido en serie que para un prototipo de Gran Premio, en el que el precio es un factor secundario comparado con el peso. En un capítulo anterior definimos los términos **resistencia y rigidez** con respecto a una estructura completa. Los mismos conceptos se pueden aplicar a una pieza determinada **y**, cuando se cuantifican, proporcionan una forma de comparar diferentes materiales. Los términos tensión – especialmente tensión de rotura **y** límite elástico – se usan para medir la **resistencia**. La tensión es equivalente a la medida de la densidad de fuerza que existe en un material. Se expresa como la fuerza aplicada por unidad de sección transversal del material, por ejemplo, si aplicamos una carga de 100 kgf. a una pieza de material de 1 mm. de sección cuadrada, la tensión del material será de 100 kgf. por milímetro cuadrado (kgf/mm²).

Activar W

ANEXO 9

FUNDAMENTO TEÓRICO

Por otra parte, el estudio más interesante y que más conocimientos nuevos ha aportado ha sido el estudio mediante elementos finitos de las diferentes estructuras. Para llegar a optimizar el chasis hemos realizado diferentes ensayos comparativos buscando siempre maximizar aquellas propiedades que considerábamos importantes. Primero realizamos un ensayo comparativo buscando optimizar la geometría en función de la rigidez en diferentes ensayos. Posteriormente introducimos una nueva variable, el peso, buscando de esta forma el diseño que mejor se ajustase al ratio **rigidez peso**. Por último un análisis detallado de elementos finitos nos permitió estudiar aquellas zonas donde aparecían concentradores de tensiones. Este último ensayo fue clave a la hora de la elección del material que utilizaremos para la fabricación del chasis.

ANEXO 10

FUNDAMENTO TEÓRICO

Forma de la carga	Material dúctil	Material frágil
Estática	$\sigma_d = s_y/2$	$\sigma_d = s_u/6$
Repetida	$\sigma_d = s_u/8$	$\sigma_d = s_u/10$
Impacto o choque	$\sigma_d = s_u/12$	$\sigma_d = s_u/15$

Es dispendioso sobrediseñar intencionalmente un componente. Sin embargo, hay ocasiones en las que la incertidumbre con respecto a las condiciones reales de servicio justifica utilizar una selección más conservadora de un factor de diseño que los datos en las guías.

Además existen numerosos códigos y estándares que deben ser consultados en ciertas industrias. Entre éstos se encuentran los relativos a la construcción, tuberías y recipientes de presión, vehículos militares y aeroespaciales. Es su responsabilidad investigar si el producto o sistema que está diseñando es controlado por dichos códigos y estándares. En la siguiente sección se presenta una pequeña muestra de los códigos para el uso de acero o aluminio en edificios.

Las guías aquí presentadas son muy simples como para concentrarse en las cargas básicas de los esfuerzos abordados en este libro. En general se aplican a metales homogéneos, isotrópicos. Se recomienda un estudio adicional para ampliar su conocimiento de componentes y estructuras más complejos, materiales no isotrópicos y clases de carga más complejas. En particular se recomienda estudiar más las cargas repetidas (llamadas cargas de fatiga), el choque y el impacto. Todas las referencias que aparecen al final de este capítulo proporcionan información sobre tales estudios adicionales.

ANEXO 11

FUNDAMENTO TEÓRICO

material, y otra que causa distorsiones por corte. A partir de ello se hace el siguiente enunciado, que constituye el criterio de falla de **von Mises**: "La fluencia comienza cuando la energía de distorsión por unidad de volumen iguala la energía de distorsión por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material".

ANEXO 12

FUNDAMENTO TEÓRICO

6.1. Con carácter general:

1. Los artilugios que no sobrepasan la velocidad de 6 km/h. tienen la consideración de juguetes.

2. Los VMP están fuera del ámbito de aplicación del Reglamento (UE) nº 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2013, relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuadríciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos². En consecuencia, no se les exige autorización administrativa para circular ni para conducir, ni seguro obligatorio.

3. Los vehículos que son objeto de regulación en el Reglamento (UE) nº 168/2013, requieren de autorización administrativa para circular, autorización administrativa para conducir –diferente según el tipo de vehículos de que se trate- y seguro obligatorio.

4. Los aparatos que no tienen consideración de VMP y que a su vez están fuera del ámbito de aplicación de Reglamento (UE) nº 168/2013 no pueden circular por las vías públicas.

6.2. Vehículos comercializados como VMP o que no encajan en esta tipología de vehículos.

Si el vehículo desarrolla una velocidad superior a 25 km/h. no tiene la consideración de VMP. En estos supuestos existen las siguientes opciones:

² Reglamento (UE) nº 168/2013: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168&from=ES>

ANEXO 13

FUNDAMENTO TEÓRICO

En este sentido, puestos en relación los apartados 4 y 5 del artículo 121 del Reglamento General de Circulación, se concluye que **está prohibida la circulación de toda clase de vehículos por las aceras y demás zonas peatonales**, cabiendo la excepción de circulación por estas partes de las vías cuando se trate únicamente de monopatines, patines a aparatos similares que lo hagan exclusivamente a *paso de persona*.

Sin perjuicio de lo que puedan establecer las Ordenanzas Municipales en vías urbanas, en los supuestos objeto de la presente instrucción, la circulación en un VMP fuera de las excepciones previstas constituye infracción grave al artículo 121.5 del citado Reglamento General de Circulación (opción 121.1.5A), sancionado con 200 €.

7. 2. Infracciones relativas a tasas de alcohol y presencia de drogas

Los conductores de VMP o de vehículos similares están obligados a someterse a las pruebas de detección de tasas de alcohol y de presencia de drogas, toda vez que el artículo 14.2 del Texto refundido establece: *"El conductor de un vehículo está obligado a someterse a las pruebas para la detección de alcohol o de la presencia de drogas en el organismo"*. En principio, y salvo que la Fiscalía competente de la provincia pueda establecer otros criterios de cara a una posible imputación por delito tipificado en el artículo 379.2 del Código Penal, y que siempre serán de aplicación preferente, los casos de negativa a someterse a las pruebas serán denunciados como infracción al artículo 21.1 del Reglamento General de Circulación en caso de alcohol (opción 21.1.5F, con sanción de 500 o de 1.000 € según proceda), o al artículo 14.2 del Texto refundido de la Ley de Tráfico, en caso de drogas (opción LSV 14.2.5A, con sanción de 1.000 €).

En el caso de que los conductores sometidos a las pruebas de detección de alcohol o presencia de drogas arrojen resultado positivo, procederá formular denuncia por infracción a los artículos 20.1 del Reglamento General de Circulación (opción 20.1.5A, con sanción de 500 o de 1.000 € según proceda) o del artículo 14.1 del texto refundido (opción LSV 14.1.5A), según se trate de alcohol o de drogas, respectivamente.

ANEXO 14

FUNDAMENTO TEÓRICO

La feria reúne a 20 **expositores** de bicicletas, monopatines y motocicletas. Jennifer Borja, vocera de la empresa Agis, que organiza el evento, dijo que la feria se organiza en un año en el mercado de las motocicletas ha experimentado un alza en sus **ventas** en Quito, por tres factores: el anuncio de la medida **Hoy no circula**, el crecimiento de los servicios de **entrega a domicilio y mensajería** a través de **aplicaciones móviles**, y por una mayor demanda de motos por parte de las **empresas de seguridad**.

Según Borja, los **productos eléctricos** este año son la **novedad** y lo que más llama la atención.

Una de las marcas de **motos eléctricas** de alta gama es **Mac EV International**, de origen chino, que está en el mercado ecuatoriano hace dos meses. La **empresa** trajo **cinco modelos** de motocicletas con **precios** que van desde los USD 1 200 hasta USD 4 000.

Omar Cuví, vendedor de la marca, mencionó que los **vehículos** se pueden cargar en un **tomacorriente** de 110 voltios de una vivienda y necesitan **carga** de entre seis y ocho horas. “Son motos urbanas que pueden durar con **batería** unos 90 kilómetros, hay modelos deportivos, tipo ninja, motor 3000 vatios de potencia”, detalló.

ANEXO 15

MATERIALES Y MÉTODOS

GRUPO 1: Ciudades grandes (más de 700.000 habitantes)

	REQUISITOS PARA EL USO PERSONAL DE VMP TIPOS A Y B:	EQUIPAMIENTO	ACERAS	¿POR DONDE PUEDEN CIRCULAR?		
				PARQUES Y JARDINES	CALZADA	CARRIL BICI, PISTA BICI, CICLOCALLES
Ciudades de estudio	MADRID (3.182.918 habitantes en 2017) - Ordenanza de Movilidad Sostenible de la ciudad de Madrid - en vigor desde octubre de 2018					
	<ul style="list-style-type: none"> EDAD MÍN. PARA CIRCULAR: 15 años. CASCO: Recomendado. Para menores de 16 años obligatorio. AURICULARES/MÓVIL: Prohibido. TASA ALCOHOL: La establecida en la normativa general de tráfico. DROGAS, ESTUPEFACIENTES, PSICOTRÓPICOS: prohibidos. SEGURO: No necesario para su uso personal 	<p>VMP TIPO A: Sólo si circulan por la calzada y carril bici sin separación física, deben contar con timbre, sistemas de frenado, luces y elementos reflectantes.</p> <p>VMP TIPO B: Timbre, sistemas de frenado, luces y elementos reflectantes.</p>	PROHIBIDO	PERMITIDO por itinerarios autorizados a bicicletas y a máx. 5 km/h	PROHIBIDO con carácter general. PERMITIDO por la calzada de calles integradas dentro de zonas 30 (respetando la prioridad de los peatones), y por calles en las que en todos sus carriles la velocidad máxima de circulación sea igual o inferior a 30 km/h	PERMITIDO. Excepción: prohibido en ciclocarriles
	BARCELONA (1.620.809 habitantes en 2017) - Ordenanza de Circulación de Peatones y Vehículos - En vigor desde 2017					
	<ul style="list-style-type: none"> EDAD MÍN. PARA CIRCULAR: 16 años. CASCO: <ul style="list-style-type: none"> VMP TIPO A: Recomendado para uso personal. Obligatorio en el resto de casos. VMP TIPO B: Obligatorio AURICULARES/MÓVIL: --- TASA ALCOHOL: La establecida en la normativa general de tráfico. DROGAS, ESTUPEFACIENTES, PSICOTRÓPICOS: prohibidos. SEGURO: Recomendable para su uso personal 	<p>VMP TIPO A: Recomendable disponer de timbre, luces y elementos reflectantes.</p> <p>VMP TIPO B: Timbre, luces y elementos reflectantes.</p>	<p>PROHIBIDO. Excepciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> VMP TIPO A: PERMITIDO a 10 km/h en calles de plataforma única con zona exclusiva para peatones. VMP TIPO B: PERMITIDO a 20 km/h en calles de plataforma única en las que esté permitida la circulación de vehículos 	PERMITIDO a velocidad máx. 10 km/h	PROHIBIDO con carácter general. Excepciones: <ul style="list-style-type: none"> PERMITIDO por la calzada de calles integradas dentro de zonas 30 a un máx de: <ul style="list-style-type: none"> VMP TIPO A: 20 km/h VMP TIPO B: 30 km/h 	PERMITIDO, a velocidad máx. 30 km/h.

ANEXO 16

MATERIALES Y MÉTODOS

Características principales

Citycoco Harley cuenta con unas características de lo más atractivas e interesantes, por ello es por lo que el mismo ha tenido tanto éxito entre los consumidores. Pocas patinetes eléctricas pueden presumir de ser tan demandados por los consumidores. Veamos el por qué:

- Motores eléctricos sin escobillas
- Diferentes potencias desde **1200 W hasta 200 W**
- Ofrecen una **autonomía de 50 km**
- Una **velocidad máxima de 45km/h**
- Disponen de **frenos de disco delanteros**
- **Suspensión delantera y trasera**
- Son híbridos entre un patinete y un scooter eléctrico
- Indicados para personas a partir de los 14 años
- Su tiempo de carga es de 4-5 horas
- Capaces de soportar un **peso máximo de 200 kg**

ANEXO 17

MATERIALES Y MÉTODOS

[0032] Materials for the frame and support components of the present invention vary and can be made of a variety of known materials. Where possible, aluminum T6066 is used for components included in the present invention. If aluminum is not possible based on the design requirements, steel is used. Preferably, the material is lightweight to maintain the low weight of the scooter. Several of the components are constructed using carbon fiber and others using cast aluminum pieces. Materials are modified depending on the strength and weight requirements of the scooter model.

ANEXO 18

MATERIALES Y MÉTODOS

Aluminio 6066-T6; 6066-T651

Categorías: [Metal](#) ; [Metales no ferrosos](#) ; [Aleación de aluminio](#) ; [Aleación de aluminio serie 6000](#)

Notas materiales: Los puntos de datos con la nota AA han sido proporcionados por Aluminium Association, Inc. y NO SON PARA DISEÑO.

Notas de composición : la información de composición proporcionada por la Asociación de Aluminio no es para diseño.

Palabras clave: UNS A96066; Aluminio 6066-T651; AA6066-T6; Al6066-T6

Vendedores: No se enumeran proveedores para este material. Haga [clic aquí](#) si es un proveedor y desea información sobre cómo agregar su listado a este material.

Propiedades físicas	Métrico	Inglés	Comentarios
Densidad	2,72 g / cc	0,0983 libras / pulg ³	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico
Propiedades mecánicas	Métrico	Inglés	Comentarios
Dureza, Brinell	120	120	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico; Carga de 500 g; Bola de 10 mm
Dureza, Knoop	150	150	Convertido del valor de dureza Brinell
Dureza, Rockwell A	47	47	Convertido del valor de dureza Brinell
Dureza, Rockwell B	75	75	Convertido del valor de dureza Brinell
Dureza, Vickers	137	137	Convertido del valor de dureza Brinell
Resistencia a la tracción, Ultimate	393 MPa	57000 psi	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico
Resistencia a la tracción, rendimiento	359 MPa	52000 psi	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico
Alargamiento a la rotura	12%	12%	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico
	@ diámetro 12,7 mm	@Diámetro 0,500 in	
Módulo de elasticidad	68,9 GPa	10000 ksi	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico; Promedio de tensión y compresión. El módulo de compresión es aproximadamente un 2% mayor que el módulo de tracción.
El coeficiente de Poisson	0,33	0,33	Estimado a partir de tendencias en aleaciones de Al similares.
Resistencia a la fatiga	110 MPa	16000 psi	estrés completamente invertido; Máquina / muestra RR Moore
	@ # de ciclos 5,00e + 8	@ # de ciclos 5,00e + 8	
Maquinabilidad	70%	70%	Escala 0-100 de aleaciones de aluminio
Módulo de corte	26,0 GPa	3770 ksi	Estimado a partir de aleaciones de Al similares.
Resistencia a la cizalladura	234 MPa	34000 psi	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico
Propiedades eléctricas	Métrico	Inglés	Comentarios
Resistividad eléctrica	0,00000465 ohmios-cm a temperatura 20,0 ° C	0,00000465 ohmios-cm a temperatura 68,0 ° F	AUTOMÓVIL CLUB BRITÁNICO; Típico

ANEXO 19

MATERIALES Y MÉTODOS

En Ecuador, en el artículo 83 del Código Civil vigente refiere que los menores que no hubieren cumplido 18 años (mayoría de edad), no podrán casarse “sin el consentimiento expreso de quien ejerza la patria potestad, y a falta de tal persona, de los ascendientes de grado más próximo”.

ANEXO 20

MATERIALES Y MÉTODOS

Art. 128.- No se otorgará licencia de conducir profesional para conducir vehículos a motor a quien no presente el correspondiente título o certificado de conductor profesional otorgado por las instituciones autorizadas.

Las licencias de conductor profesional y no profesional se concederán a los ciudadanos que cumplan con los siguientes requisitos:

1. Ser mayor de edad;
2. En el caso de conductores no profesionales, haber aprobado las pruebas teóricas, prácticas y psicosenométricas.
3. En el caso de conductores profesionales, haber obtenido Título o certificado de conductor profesional y haber aprobado las pruebas teóricas, prácticas y psicosenométricas. Los aspirantes a conductores profesionales deberá, además, aprobar los cursos respectivos con una asistencia a clases de al menos el 95%.
4. Aprobar los exámenes médicos, psicosenométricos, y teórico-prácticos correspondientes. El examen médico previsto será un examen visual, el mismo que también podrá ser realizado a través de equipos psicosenométricos;
5. Haber aprobado la educación básica para licencias **A1, A, B, F y G**; y, haber aprobado el primero de bachillerato para licencias C, D y E).
6. Cédula de ciudadanía;
7. Certificado de votación vigente; y,

ANEXO 21

MATERIALES Y MÉTODOS

En Ecuador la talla de un hombre, en promedio, es de 1,64; mientras que la de una mujer, 1,52. Xavier está por debajo, y Angélica, encima.

Eva Mera, ingeniera en Estadística Informática de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Espol), realizó un estudio sobre la altura de los ecuatorianos (entre 18 y 60 años). El resultado del trabajo fue que los hombres y mujeres de Ecuador crecieron 4,3 cm en 40 años. El fenómeno ocurrió entre 1953 y 1992.

La investigación 'La estatura de las etnias ecuatorianas como índice del estado nutricional' se elaboró con la Encuesta de Salud y Nutrición (Ensanut). Usó el modelo matemático de carácter estocástico.

ANEXO 22

MATERIALES Y MÉTODOS

El límite máximo de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares en sector urbano es de 50km/h y el rango moderado es de 50 a 60 Km/h; en el sector perimetral es de 90km/h y el rango moderado es de 90 a 120km/h; rectas en carreteras es de 100km/h y el rango moderado es de 100 a 135km/h y curvas en carreteras es de 60km/h y el rango moderado es de 60 a 75km/h.

ANEXO 23

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde que se inicia el choque hasta que el vehículo se detiene, transcurren aproximadamente 90 milésimas de segundo, comprimiéndose el frontal unos 60 cm. Durante este tiempo el ocupante sufre una serie de choques contra distintas zonas del vehículo, en unos instantes determinados. A las 60 milésimas de segundo, tras el choque, las rodillas del ocupante chocan con la zona baja del salpicadero a una velocidad cercana a los 50km/h, ya que el rozamiento con el asiento habrá provocado un pequeño frenado.

El choque de las rodillas hace que el torso superior se flexione hacia delante chocando finalmente con el volante a las 75 milésimas de segundo. Mientras que el torso se ha frenado, la cabeza sigue flexionando más pudiendo chocar con el parabrisas a las 100 milésimas de segundo tras la colisión. También es posible que la cabeza choque con el marco rígido del parabrisas, lo que puede causar lesiones más graves



Figura 3.7 – Movimientos del ocupante durante un choque a 50 km/h

ANEXO 24

MATERIALES Y MÉTODOS

7 Discusión y análisis de los resultados del modelo

Los resultados están basados en la información visual de vehículos catalogados como deportivos, cuyas colisiones pueden ser atribuidas a impactos frontales (Wreckedexotics, 2005). Los resultados obtenidos en la simulación realizada con el Abaqus CAE 6.4.5, corresponden a una velocidad de impacto de 90 km/h de un vehículo de 1500 kg de peso, contra el canto de un muro completamente rígido e indeformable, incapaz de absorber energía, con un área de contacto inicial de 10 cm x 2.54 cm, que se mantiene inalterable a lo largo del impacto, en un tiempo de 0.02 segundo de duración de impacto y con una aceleración de 10 mts/seg².

ANEXO 25

MATERIALES Y MÉTODOS



ANEXO 26

MATERIALES Y MÉTODOS

– Motor síncrono de imanes permanentes (AC)

Con una velocidad de giro constante, siendo igual el giro del rotor que la velocidad del campo magnético creado por el estátor, el motor síncrono de imanes permanentes puede ser de dos tipos; de flujo radial o de flujo axial, dependiendo de la posición del campo magnético de inducción, que puede ser perpendicular o paralelo al eje de giro del rotor. Son más usados los de flujo radial. **En cambio, los de flujo axial permiten ser integrados directamente en la rueda del vehículo, optimizando el espacio en el vehículo y simplificando los acoplamientos mecánicos entre motor y rueda,** son los conocidos como «in-wheel motor». Las ventajas de este tipo de motor son su alto rendimiento, un control de velocidad sencillo, bajo ruido, vibración, tamaño y peso. Aunque tienen un alto coste, junto con los motores asíncronos, son los más extendidos dentro de los VE e híbridos. Lo montan Nissan, BMW, VW, Kia, BYD, Smart, el Outlander PHEV y el iMiEV (y sus «mellizos» Peugeot iON y Citroën C-Zero) de Mitsubishi o los híbridos de Chevrolet, Opel, Toyota y Lexus.

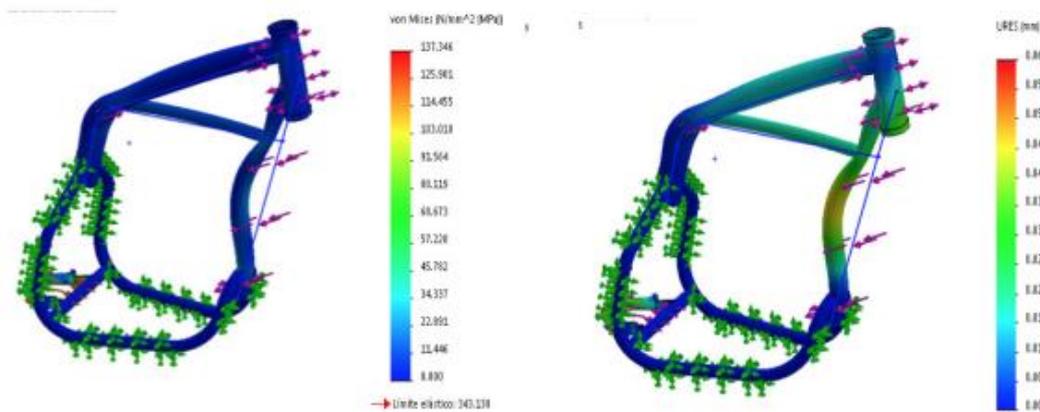
ANEXO 27

MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez caracterizado el material de los dos tipos de chasis se concluye que son aceros de muy bajo contenido de carbono para el caso del chasis de la motocicleta AX 100 se trata de un acero AISI SAE 1006 y para el chasis de la Scooter AE 50 R un acero AISI SAE 1010 se comprobó a través del proceso de metalografía en donde podemos visualizar que existe dominación de ferrita (zona blanca) en comparación a la perlita (zona oscura).

ANEXO 28

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



En la *Figura 7*, se visualiza la gráfica con los valores del factor de seguridad mediante la simulación, este resultado se determina a través de la división del límite elástico del material para el valor de esfuerzo máximo del módulo de von mises, haciendo un análisis en cada uno de los nodos según un criterio de fallos, con un resultado de 2 498.

Máquina Industrial G.	Condiciones de Carga	Límite más bajo de fs.
Máquina Industrial	Sin vibración ni impacto	1.0 a 3.5
	Con vibración o impacto	2.0 a 5.0
Máquina Herramienta	Sin vibración ni impacto	1.0 a 4.0
	Con vibración o impacto	2.5 a 7.0

ANEXO 29

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observaciones:

1.- El conjunto delantero de la motocicleta no debe haberse roto en el impacto debe haber sufrido una deformación plástica.

Observando el parque de motocicletas vemos que en su mayoría la deformación máxima posible del conjunto delantero está acotado en deformaciones menores a los 0.4 m, luego de estas distancias la rueda se apoya contra el bloque del motor.

2.- Con deformaciones de hasta 0.4 m las velocidades máximas son de unos 70 km/h.

Por nuestra experiencia con las motocicletas que circulan en nuestro país es posible que a esas velocidades el conjunto delantero ya se haya quebrado en el impacto, lo cual invalidaría el uso de este método.

ANEXO 30



CAPÍTULO SEXTO HOMOLOGACIÓN DE MOTOCICLETAS, TRICIMOTOS Y DEMÁS SIMILARES

Artículo 21.- Homologación de Motocicletas, Tricimotos y demás similares: Para el proceso de homologación de estos vehículos se deberá cumplir con lo siguiente:

- a. Los documentos que permitan determinar la conformidad, establecidos en los requisitos y disposiciones de los reglamentos técnicos aplicables según el tipo de servicio, modalidad y categoría del vehículo a homologarse.
- b. Realizar los procedimientos establecidos en los Arts. 9 y 11 de la presente Resolución.

Para la presentación de todos los requisitos solicitados el peticionario deberá presentar la cédula de ciudadanía y papeleta de votación del representante legal o apoderado, al momento de ingreso de la solicitud.

Artículo 22.- Listado de Homologación Vehicular.- La Agencia Nacional de Tránsito actualizará el listado de homologación vehicular - vehículos automotores, quincenalmente en el portal web institucional, para su consulta pública, registrando las unidades según vayan obteniendo el debido Certificado Único de Homologación.