



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

**Autores:** Mendoza Mata Ernesto Andrés  
Guevara Mendoza Johann Eli

**Tutor:** Ing. Fernando Gómez Berrezueta

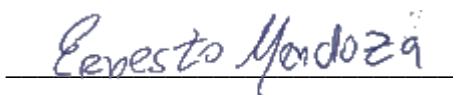
**Análisis de la Importancia de los Sistemas de Protección Activa y Pasiva de los Modelos Dmax y Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020**



### **Certificación de Autoría**

Nosotros, Ernesto Andrés Mendoza Mata y Johann Eli Guevara Mendoza, 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.



Ernesto Andrés Mendoza Mata

C.I: 0926172685



Johann Eli Guevara Mendoza

CI: 0919741868

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Fernando Manuel Gómez Berrezueta, MsC.

Director del Proyecto

## Dedicatoria

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por habernos provisto los recursos, los medios, las energías y empeño para poder lograr nuestra formación durante nuestro periodo estudiantil.

Con alta estima y cariño principalmente a mis padres que me han dado la vida y me han brindado su cuidado, compañía y apoyo en todo momento. Gracias a ellos por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera para un futuro mejor y porque nunca perdieron la fe en mí. Jamás olvidando a los compañeros y docentes que estuvieron en todo este camino con nosotros brindando una ayuda de calidad, por todo esto de corazón estoy muy agradecido.

Johann Guevara

Este proyecto va dedicado con mucho afecto a Dios, por ser el guía espiritual de mi vida, y brindarme la sabiduría para poder concluir con el plan de trabajo, además de permitirme conocer mis capacidades y habilidades como profesional.

Dedicar de igual manera a mis estimados padres, por aquel sacrificio y dedicación que me han dado a lo largo del recorrido por la universidad; por mostrarme el camino hacia la superación y motivarme constantemente para lograr mi aspiración más anhelada.

A mis docentes, por aportarme sus conocimientos y experiencias con la finalidad de obtener una carrera provechosa en un porvenir.

Ernesto Mendoza

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por todas las oportunidades brindadas y las experiencias vividas en la universidad, ya que estas me enseñaron grandes cualidades como la perseverancia, paciencia, sabiduría y humildad, además de permitirme finalizar esta valiosa etapa académica y ser fiel testigo de que el esfuerzo, la constancia y la dedicación siempre rinden sus frutos.

Así también agradezco el apoyo incondicional y la colaboración de todos los docentes que han estado presentes en nuestra carrera estudiantil.

Agradezco infinitamente a mis padres, familiares y amigos por todo su apoyo, tiempo, paciencia y sacrificio que ha permitido que pueda terminar con éxito esta carrera.

A todos ellos, muchas gracias.

Johann Guevara

Agradezco ante todo a mi Dios por ser mi apoyo, mi guía y fortaleza en todo momento de mi vida. Gracias a mis padres por ser siempre los impulsores de mis sueños y esperanzas, a mis hermanos y familiares que se involucraron en esas horas provechosas de estudio y hoy que concluyo este proceso, dedico a ustedes este primer gran logro. Agradezco adicionalmente a mi tutor, por su paciencia y, por sus consejos que fueron siempre útiles para el desarrollo de la tesis, por su orientación y apoyo siempre firme en el proceso. Agradezco a mis profesores por ser los que dieron inicio a mi formación académica, lo que con sus enseñanzas y conocimientos fueron los que me impulsaron en su tiempo a seguir adelante.

Ernesto Mendoza

## Resumen

El estudio presenta una revisión detallada de los puntos a favor y la importancia específica de los sistemas de seguridad activa y pasiva de los vehículos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet del año 2020, esta investigación comienza describiendo los tipos de sistemas de seguridad activa y pasiva comunes en los vehículos modernos y su funcionamiento y beneficios en la integridad de los pasajeros. En el planteamiento del problema se considera la gran cantidad de vehículos que circulan en el país destacando que varios de ellos son muy básicos en lo referente a la seguridad. A continuación, se revisan conceptos elementales relacionados con los sistemas de seguridad integrados en los vehículos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet del año 2020, destacando así la calificación de los mismos puntuados con estrellas según los programas que revisan dichos vehículos. Se analizan brevemente los programas NHTSA y Euro Ncap cuáles son sus funciones, orígenes y que sector del planeta están dirigidos sus estudios en determinados vehículos, luego de eso se evidencia la puntuación que estos programas le dieron a los vehículos Dmax y Tahoe, explicando por qué se les otorgo dichas puntuaciones. Se analizan las ventajas que proveen los sistemas de seguridad integrados en dichos vehículos y se destaca en que puntos se puede mejorar. Se muestran los resultados de las diversas pruebas con equipo electrónico realizadas a la Dmax y Tahoe, como también los procedimientos realizados. Y finalmente se presentan las recomendaciones de nuevos sistemas de seguridad innovadores de bajo costo que podrían implementar a futuro los vehículos, seguido de las conclusiones obtenidas como resultado de la presente investigación.

**Palabras Clave:** sistemas de seguridad, activa, pasiva, normativa, programa, vehículos, pruebas.

### **Abstract**

This project presents a detailed review of the advantage points and the specific importance of the active and passive safety systems of the Dmax and Tahoe Chevrolet brand vehicles of the year 2020, this research begins by describing the types of active and passive safety systems common in modern vehicles and their operation and benefits for the integrity of passengers. The problem statement considers the large number of vehicles and vehicle brands circulating in the country and their passive and active safety degree. Next, elementary concepts related to the safety systems integrated in 2020 Chevrolet Dmax and Tahoe vehicles are reviewed, highlighting their star ratings according to the programs that review these vehicles. The NHTSA and Euro Ncap programs are briefly analyzed, what are their functions, origins and what sector of the planet are directed their studies in certain vehicles, after that the scores that these programs gave to the Dmax and Tahoe vehicles is evidenced, explaining the reason because the scores were granted. The advantages provided by the safety systems integrated in these vehicles are analyzed and the points that can be improved are highlighted. The results of the various tests with electronic equipment were carried out on the Dmax and Tahoe and the results are shown, as well as the procedures performed. Finally, recommendations for new low-cost innovative safety systems that could be implemented in future vehicles are presented, followed by the conclusions obtained as a result of this research.

**Keywords:** safety systems, active, passive, regulations, program, vehicles, tests.



## Índice General

Certificado .....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice General.....	viii
Índice de Tablas .....	xii
Índice de Figuras.....	xiii
Capítulo I .....	1
1. Antecedentes de Investigación .....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.3 Planteamiento del Problema .....	1
1.4 Formulación del Problema.....	2
1.5 Sistematización del Problema.....	3
1.6 Objetivos de la Investigación.....	3
1.6.1 Objetivo General.....	3
1.6.2 Objetivos Específicos.....	3
1.7 Justificación y Delimitación de la Investigación .....	4
1.7.1 Justificación Teórica .....	4
1.7.2 Justificación Metodológica .....	4
1.7.3 Justificación Práctica .....	4
1.7.4 Delimitación Temporal .....	5
1.7.5 Delimitación Geográfica.....	5
1.7.6 Delimitación del Contenido.....	5
Capítulo II .....	7

2. Marco de Referencia.....	7
2.1 Marco Teórico.....	7
2.1.1. Seguridad Activa.....	10
2.1.2. Diseño Vehicular .....	10
2.1.3. Sistemas Electrónicos de Asistencia al Conductor .....	13
2.1.4. Diseño de Seguridad .....	15
2.1.5. Equipo de Seguridad.....	17
2.1.6. Programa NHTSA.....	18
2.1.6.1. Medición de la NHTSA .....	18
2.2. Conceptos Preliminares .....	23
2.2.1. Sistemas de Seguridad Activa y Pasiva .....	23
2.2.2. Normas INEN para el cuidado de los vehículos .....	32
2.2.3. Sistemas de Seguridad de los Modelos Dmax y Tahoe de Chevrolet.....	43
2.3. Marco Conceptual.....	46
2.3.1. Seguridad .....	46
2.3.2. Normativa INEN.....	47
2.3.3. Categoría de Vehículos Livianos Chevrolet .....	47
Capítulo III.....	51
3. Calificación y Pruebas en los Sistemas de Seguridad.....	51
3.1. NHTSA Valoraciones de Prueba de Choque Frontal al vehículo Chevrolet Tahoe 2020 .....	44
3.2. Elementos de Seguridad Integrados en la Chevrolet Tahoe 2020 .....	51
3.2.1. Frenos Antibloqueo.....	52
3.2.2. Control de Estabilidad.....	52
3.2.3. Bolsas de Aire de Impacto Frontal.....	52

3.2.4. Bolsas de Aire de Impacto Lateral.....	52
3.2.5. Bolsas de Aire de Techo .....	52
3.2.6. Pretensores .....	52
3.2.7. Sistema de Seguridad Contra Robo .....	53
3.3. Euro NCAP .....	53
3.3.1. Medición del Euro NCAP .....	53
3.3.2. Categorías Euro NCAP .....	54
3.4. Prueba en el Sistema ABS, Revisión de los Sensores y Búsqueda de fallos .....	59
3.4.1. Función del Equipo de Diagnóstico .....	59
3.4.2. Procedimiento para el Diagnóstico con Escáner.....	60
3.4.3. Conexión del Escáner .....	60
3.4.4. Como Probar un Sensor ABS con Multímetro .....	61
3.4.5. Precauciones a Tener en Cuenta .....	62
3.4.6. Reemplazar Unidad de Control AIRBAG .....	62
3.4.7. Reparación del Airbag, Comprobación de Diagnóstico del Sistema y Búsqueda de Fallos .....	55
Capítulo IV.....	65
4. Importancia de los Sistemas de Seguridad Integrados en la Dmax y Tahoe Destacando los Resultados de las Pruebas en el Sistema ABS .....	65
4.1. Importancia de los Sistemas de Seguridad Activa y Pasiva de la Chevrolet Tahoe y la Dmax del 2020 .....	81
4.1.1. Equipamiento de Airbags en la Chevrolet Tahoe 2020 .....	65
4.1.2. Sistemas de Freno Asistido Presentes en la Chevrolet Tahoe y Dmax 2020 .....	66
4.1.3. Importancia del Uso del Cinturón de Seguridad .....	66
4.1.4. Mecanismo de Columna de Dirección Colapsable .....	66
4.1.5. Diferencia de Gama Entre la Chevrolet Tahoe y Dmax del 2020.....	72

4.1.6 Función del Sensor de Colisión Frontal Presente en la Chevrolet Tahoe del 2020 .....	75
4.1.7. Importancia del Sistema de Control Electrónico de Estabilidad Presentes en la Tahoe y Dmax .....	75
4.1.8. Datos y Cifras relevantes en cuanto a los Sistemas de Seguridad de los Vehículos .....	77
4.1.9 Lista de Acciones que se Realizan Periódicamente .....	78
4.2. Programas de Evaluación de Vehículos.....	80
4.2.1. Programa Euro Ncap .....	80
4.2.2. Programa NHTS .....	80
4.3. Sensores ABS Pasivos (Inductivos).....	83
4.4. Pruebas con Equipo Electrónico en los Sensores ABS.....	85
4.5. Prueba de Resistencia .....	87
4.6. Prueba de Alimentación.....	89
4.7. Prueba de Funcionamiento.....	95
4.8. Prueba con Escáner Automotriz.....	65
4.9. Cálculo de la Distancia de Frenado .....	89
4.10. Recomendación de Implementación de Sistemas de Seguridad de Última Generación.....	89
4.10.1. El Airbag para Peatones.....	99
4.10.2. Sistema de Frenado de Emergencia Autónomo .....	100
4.10.3. Alcohólimetro Antiarranque o Alcolock .....	1022
4.10.4. Detector de Somnolencia y Aviso de Distracción .....	103
Conclusiones.....	105
Recomendaciones .....	106
Bibliografía .....	107

## Índice de Tablas

Tabla 1. Modelos Dmax y Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020 .....	48
Tabla 2. Seguridad del Modelo Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020 .....	49
Tabla 3. Seguridad del Modelo D-MAX de la Marca Chevrolet del 2020 .....	50
Tabla 4. Condiciones para Pruebas de Impacto Según Programa EuroNcap .....	54
Tabla 5. Porcentajes de Reducción de Lesiones por Accidentes al usar Cinturón de Seguridad .....	840
Tabla 6. Resultados de la Prueba de Resistencia .....	86
Tabla 7. Resultados de Prueba de Alimentacion .....	86
Tabla 8. Resultados de Prueba de Funcionamiento .....	88
Tabla 9. Códigos de Falla Informativos.....	90
Tabla 10. Panel de Sensores y Actuadores en Scanner .....	93
Tabla 11. Comparativa de Valores de Distancia de Frenado con y sin Sistema ABS en Dmax .	99
Tabla 12. Comparativa de Valores de Distancia de Frenado con y sin Sistema ABS en Tahoe 709	

## Índice de Figuras

Figura 1. Prueba de Choque Frontal .....	20
Figura 2. Prueba del Choque con Barrera Lateral.....	21
Figura 3. Prueba del Choque con Poste Lateral.....	22
Figura 4. Prueba de Resistencia Contra Vuelcos .....	23
Figura 5. Calificación de la Seguridad de la Chevrolet Tahoe 2020 .....	51
Figura 6. Ocupante Adulto.....	55
Figura 7. Impacto Frontal de la D-Max .....	56
Figura 8. Impacto Lateral de la D-Max .....	57
Figura 9. Impacto Trasero de la D-Max.....	57
Figura 10. Diagnóstico y Servicio ABS.....	60
Figura 11. Ubicación de Bolsas de Aire en la Chevrolet Tahoe .....	81
Figura 12. Ubicación de Bolsas de Aire en la Chevrolet Tahoe .....	827
Figura 13. Diferencia de Reacción con sistemas ABS, EBD activado e inactivado .....	83
Figura 14. Representación del Movimiento de la Columna de Dirección Colapsable .....	85
Figura 15. Sensor de Proximidad por Infrarrojos .....	873
Figura 16. Ilustración de funcionamiento del Sistema de Detección de Peatones Delantero....	876
Figura 17. Esquema de Funcionamiento del Sistema ESP .....	91
Figura 18. Efecto en el Vehículo del Sistema ESC Activado y Desactivado.....	917
Figura 19. Sensor ABS Inductivo .....	81

Figura 20. Flujo Magnético del Sensor.....	82
Figura 21. Grafica de Señal Tipo Alterna.....	95
Figura 22. Prueba de Resistencia del Sensor ABS .....	66
Figura 23. Prueba de Alimentación en Chevrolet Dmax .....	67
Figura 24. Prueba de Alimentación en Chevrolet Tahoe.....	69
Figura 25. Datos en Vivo del Funcionamiento de los Sensores .....	72
Figura 26. Conexión de la Interfaz Multiple Diagnostic Interface 2 de General Motors en la Tahoe .....	73
Figura 27. Conexión de la Interfaz IDSS en la Dmax .....	74
Figura 28. Señal de Velocidad de las Ruedas de la Chevrolet Tahoe.....	76
Figura 29. Señal de Velocidad de las Ruedas de la Chevrolet Dmax.....	76
Figura 30. Sistema de Airbag para Peatones en Acción .....	100
Figura 31. Sistema de Frenado de Emergencia Autónomo.....	101
Figura 32. Alcohómetro Antiarranque.....	103
Figura 33. Escaneo Facial del Sistema Detector de Somnolencia y Aviso de Distracción .....	104

## **Capítulo I**

### **1. Antecedentes de Investigación**

#### **1.1 Título de Investigación**

Análisis de la Importancia de los Sistemas de Protección Activa y Pasiva de los Modelos Dmax y Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020.

#### **1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema**

El sector automotriz en nuestro país está compuesto de una gran variedad de vehículos de diferentes gamas y características, pero todos deben cumplir con ciertos requisitos y normas de seguridad para poder circular por las calles del Ecuador, por eso es necesario resaltar cuales son dichos parámetros y cómo funcionan en una marca de vehículos específica.

#### **1.3 Planteamiento del Problema**

Por muchos años los fabricantes de autos han estado trabajando para obtener mejoras en los vehículos en el ámbito de la seguridad vial. En el año 2022 la seguridad activa y pasiva se encuentra en todos los vehículos nuevos o seminuevos en el Ecuador, con el fin de cuidar o proteger la vida del conductor y los pasajeros.

La mayor parte de los fabricantes logran adaptar las tecnologías más modernas en función, por supuesto, de organismos internacionales con la autoridad de establecer normas y requisitos para la seguridad de los conductores, adicional estos organismos internacionales realizan investigaciones sobre las causas de los accidentes de tráfico. El objetivo de estas modernas adaptaciones tecnológicas es el de mejorar la seguridad vial. Pero cabe destacar que no todos los vehículos modernos cuentan con la mejor adaptación de sistemas de seguridad, más bien muchos fabricantes cumplen con los requisitos mínimos, más no piensan en la seguridad máxima del conductor y de los pasajeros (Ruta, 2016).



En el Ecuador hay más de dos millones de vehículos y no todos cuentan con los mejores sistemas de seguridad “ya sea por la antigüedad del vehículo o por la negligencia del fabricante o alguna autoridad gubernamental” (Cabrera, 2018).

Cabe mencionar que la seguridad en el automóvil debe ser un elemento muy importante para considerar en el momento de compra de un vehículo, ya sea nuevo o usado, hoy en día el equipamiento del auto como aire acondicionado y sistemas de sonido no son los únicos aspectos para tener en cuenta a la hora de comprar un auto, hay aspectos mucho más importantes que el confort y están relacionados con la seguridad (Ruta, 2016).

La seguridad activa y pasiva de los vehículos disminuyen de manera considerable las cifras de accidentes de tránsito y la severidad de los daños de ser el caso que ocurra un accidente. Por ejemplo el sistema ESP soluciona un 80% de situaciones de peligro, según un estudio del Comisariado Europeo del Automóvil, con el control de estabilidad podrían salvarse unas 10.000 vidas al año, los airbags salvan la vida a 1200 personas al año, los cinturones de seguridad evitan unas 12.000 muertes al año y reduce entre el 40% y el 50% la tasa de mortalidad en un accidente de tránsito, dadas estas cifras se puede resaltar la importancia de los sistemas de seguridad activa y pasiva en los vehículos (ClubCEA, 2020).

#### **1.4 Formulación del Problema**

¿Esta investigación sobre el análisis de la importancia de los sistemas de protección activa y pasiva de los vehículos comerciales en el Ecuador permite a los fabricantes a tomar conciencia sobre los bajos niveles de seguridad de sus vehículos y como poder mejorarlos o estar a la par de países de primer mundo?

## **1.5 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son las normativas y parámetros técnicos que están vigentes en el Ecuador aplicadas a la protección activa y pasiva en el vehículo?
- ¿Cómo funcionan los diferentes mecanismos tecnológicos aplicados en la protección activa y pasiva?
- ¿Qué tan eficientes son los sistemas de protección activa y pasiva en los vehículos de gama baja, gama media y gama alta?
- ¿Cuáles son las causas más comunes de accidentes y como pueden estas reducirse exponencialmente a llevar un vehículo excelentes sistemas de protección activas y pasivas?

## **1.6 Objetivos de la Investigación**

### **1.6.1 Objetivo General**

Determinar la importancia de la implementación de los diferentes sistemas de seguridad pasiva y activa que llevan acoplados en los modelos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet del 2020 resaltando las diferencias de estos sistemas según la gama en la que pertenecen dichos vehículos.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- Analizar las principales condiciones que deben cumplir los fabricantes de vehículos que llegan al Ecuador según las normas INEN en lo relacionado a la seguridad activa y pasiva.
- Describir el funcionamiento y las partes de los sistemas que intervienen en la seguridad activa y pasiva de los vehículos.
- Determinar las fallas más comunes relacionadas con los sistemas de seguridad activa y pasiva durante un siniestro.

- Presentar los resultados en el marco de seguridad que tienen estos dos vehículos de la marca Chevrolet basados en los programas NHTSA y EuroNcap.
- Demostrar mediante comprobaciones electrónicas el funcionamiento del sistema ABS.

## **1.7 Justificación y Delimitación de la Investigación**

Una vez definidos los objetivos de la investigación se procede a responder la pregunta de por qué investiga esta interrogante en cuestión. Se puede dar respuesta desde tres perspectivas diferentes la teórica, metodológica y práctica.

### **1.7.1 Justificación Teórica**

La fundamentación teórica del trabajo se basa en la investigación de los temas relacionados con los sistemas de protección activa y pasiva del automóvil, apoyándose evidentemente de teorías e información existentes que puedan aplicarse en el desarrollo del proyecto en cuestión.

### **1.7.2 Justificación Metodológica**

La investigación y análisis de los sistemas de seguridad activa y pasiva presente en los vehículos de la marca Chevrolet en Ecuador, teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos, mediante un proceso lógico, entendible y ordenado. Nuestra investigación acerca de los sistemas de seguridad activa y pasiva en los modelos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet, permite distinguir con claridad las ventajas de la implementación de estos sistemas en los vehículos llegados al Ecuador, también permite reconocer que normativas cumplen las diferentes gamas de vehículos de la marca Chevrolet. Esto permitiría identificar que vehículos son más seguros con referencia a su precio para que la población en general haga una buena compra.

### **1.7.3 Justificación Práctica**

Cabe resaltar que a nivel internacional existen diversas normativas con relación a los elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores, en el Ecuador rigen las normas INEN,

dichas normas se especifica cuáles son los parámetros de diseño mínimos en relación a la seguridad que deben llevar todos los vehículos comercializados en el Ecuador, cabe señalar que varios fabricantes con la intención de abaratar costos cumplen con estos requisitos de una manera muy superficial por así decirlo, cuando más bien lo que en realidad importa es preservar la vida de los conductores y pasajeros.

El resultado de esta investigación nos permite comprender que tanto cumplen los vehículos de la marca Chevrolet con la normativa INEN 034 y que mejoras en cuanto a cuestiones de diseño y fabricación se pueden implementar en los vehículos de gama baja para reforzar los sistemas de seguridad sin incrementar de manera excesiva el costo de los vehículos (INEN, 2015).

#### **1.7.4 Delimitación Temporal**

El trabajo se desarrolla desde el mes de noviembre de 2021, hasta junio de 2022, lapso que permitirá realizar la investigación de manera apropiada y verificar los datos.

#### **1.7.5 Delimitación Geográfica**

El trabajo se desarrolla investigando cuáles son los diferentes sistemas de seguridad activa y pasiva que están presentes en dos diferentes gamas de vehículos comercializados en la ciudad de Guayaquil de la marca Chevrolet del año 2020, tomando como referencia los modelos Dmax y Tahoe.

#### **1.7.6 Delimitación del Contenido**

La primera parte de la investigación está orientada a los conceptos básicos de funcionamiento de los diferentes sistemas de protección activa y pasiva de los automóviles en general, así como el funcionamiento, características y componentes de cada uno de estos sistemas.

La segunda parte tiene como objetivo señalar que tipos de sistemas de seguridad activa y pasiva llevan incorporados los vehículos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet del año 2020 diferenciando la gama a la que corresponde cada vehículo.

La tercera parte abarca un análisis del cumplimiento de requisitos de seguridad según las normas INEN vigente en el Ecuador, así como que la descripción de los programas encargados de calificar y hacer pruebas en el marco de seguridad en los vehículos que circulan en el Ecuador, tales como NHTSA y Euro Ncap.

La cuarta y última parte presenta los resultados de las diversas pruebas realizadas sobre el sistema de frenos ABS, utilizado equipo electrónico para así validar la efectividad de dicho sistema y concluir en como beneficia en la seguridad de los conductores, pasajeros y peatones.

## Capítulo II

### 2. Marco de Referencia

#### 2.1 Marco Teórico

La seguridad activa incluye un conjunto de características de seguridad que reducen las posibilidades de un accidente o colisión en primer lugar. Algunos fabricantes también lo denominan "sistema de seguridad primaria". Los fabricantes emplean los sistemas de seguridad activa principalmente para evitar el accidente. Estos sistemas se activan antes de que se produzca el accidente para poder evitarlo (Machuca, 2019).

Los ingenieros/diseñadores de vehículos construyen un vehículo con un alto nivel de seguridad activa mediante un diseño superior. Esto incluye características como el agarre a la carretera, la visibilidad, el confort, el manejo y la ergonomía. Por lo tanto, el sistema de seguridad, como el sistema antibloqueo de frenos o ABS, pertenece a la seguridad activa. Sin embargo, los airbags, los cinturones de seguridad y otros elementos de seguridad entran en juego durante un accidente. De ahí que se denominen sistemas de seguridad pasiva (Rentería, 2019).

Los sistemas activos responden a un evento anormal, como un problema de seguridad. Estos sistemas pueden ser activados manualmente por el conductor o automáticamente por una ECU (la Unidad de Control del Motor). En ciertos casos forman parte del propio diseño mecánico. Además, estas tecnologías podrían ayudar a evitar colisiones y mitigarlas. Por ello, desempeñarán un papel fundamental en los automóviles en el futuro. Los fabricantes de componentes para vehículos, como Bosch, Delphi y ZF (ZF Friedrichshafen), son algunas de las principales empresas que suministran estos sistemas de seguridad (Fernández V. , 2020).

En cambio, los sistemas de seguridad pasiva son aquellos que reaccionan ante el evento anormal. Esto significa que estos sistemas se activan durante o después de que se produzca el

accidente. Por lo tanto, los sistemas de seguridad pasiva ayudan a reducir o disminuir el efecto de un evento anormal como un accidente.

Muchos fabricantes hacen que los habitáculos de los pasajeros sean más seguros adoptando nuevas tecnologías. Por ejemplo, Suzuki utiliza el término "TECT", que significa "Tecnología de Control Totalmente Eficaz", en la fabricación de la estructura de la carrocería de su Vitara Brezza. Hyundai utiliza el término 'Hive' que denota la fuerte carrocería, la estabilidad y la robustez del Hyundai Creta. Mazda utiliza el término 'SKYACTIV' para su carrocería, que presume de ligereza y rigidez (Rosas, 2019).

La mayoría de los fabricantes de automóviles incluyen zonas de deformación que son eficaces para reducir el impacto de la colisión al diseñar la estructura de su carrocería. Además, de los depósitos de combustible colocados correctamente reducen la posibilidad de sufrir daños durante las colisiones traseras.

Por lo que, los sistemas de seguridad activa, como sugiere el término, desempeñan un papel preventivo en la mitigación de choques y accidentes al proporcionar una advertencia anticipada o al brindar al conductor asistencia adicional para dirigir / controlar el vehículo. A continuación, se mencionan varios sistemas de seguridad activa y sus abreviaturas:

- Pantalla de visualización frontal (HUD)
- Sistemas de frenos antibloqueo (ABS)
- Control electrónico de estabilidad (ESC)
- Sistema de monitoreo de presión de neumáticos (TPMS)
- Sistema de advertencia de cambio de carril (LDWS)
- Control de crucero adaptativo (ACC)
- Sistema de monitoreo del conductor (DMS)

- La detección de punto ciego (BSD)
- El sistema de visión nocturna (NVS) son sistemas de seguridad activa comunes.

Los sistemas de seguridad pasiva juegan un papel en limitar / contener los daños / lesiones causadas al conductor, pasajeros y peatones en caso de un choque / accidente. Las bolsas de aire, los cinturones de seguridad, el sistema de protección contra latigazos, etc., son sistemas de seguridad pasiva comunes que se implementan en los vehículos en estos días (Roche, 2020).

Una tendencia emergente observada en el mercado global de sistemas de seguridad automotriz es la creciente demanda de países como India, China, Rusia y Brasil. Dado que el mercado de los sistemas de seguridad como Airbags y ABS en las economías desarrolladas está madurando y saturando, los fabricantes de equipos originales y los proveedores se están enfocando en aumentar la demanda de los mercados emergentes (Alonso, 2020).

La demanda está aumentando en los mercados emergentes principalmente debido a la mejora de los estándares de seguridad vial / la legislación de apoyo y la conciencia del consumidor. El rápido aumento de la población de vehículos en mercados emergentes como China, Tailandia, Brasil e India también está aumentando el riesgo de muertes en las carreteras y respaldando la demanda de sistemas de seguridad en vehículos comerciales y de pasajeros (Arízaga, 2019).

Además, programas como el NCAP (New Car Assessment Programme), un programa gubernamental de evaluación de la seguridad de los automóviles que proporciona calificaciones, basadas en el desempeño de seguridad de los automóviles, se han convertido en un catalizador para alentar iniciativas de mejoras de seguridad significativas de los fabricantes de equipos originales, que impulsan la confianza del consumidor y, por lo tanto, la demanda para sistemas de seguridad activa y pasiva.



La seguridad automotriz comienza en un nivel más elemental; en lugar de una mejora a través de "más características de seguridad", en cambio, se puede clasificar ampliamente en dos partes, a saber, seguridad activa y seguridad pasiva (Sinisterra, 2018).

La seguridad activa se refiere a todas aquellas maniobras y mecanismos de seguridad que tienen como objetivo principal evitar un accidente. La seguridad pasiva, por otro lado, incluye las disposiciones integradas en el vehículo que entran en acción cuando ocurre un accidente.

Por lo tanto, un automóvil seguro se puede definir como aquel que se comporta de manera predecible y es confiable para conducir, al mismo tiempo que protege a los ocupantes en caso de un evento adverso. La cantidad de características de seguridad puede variar ampliamente entre automóviles, según el posicionamiento en el mercado y el precio.

### ***2.1.1. Seguridad Activa***

La seguridad activa consiste en características que tienen como objetivo hacer que un vehículo sea predecible en sus movimientos y amigable para el conductor, de modo que se puedan evitar accidentes por completo. Un buen sistema de seguridad activa se desarrolla a un nivel más fundamental (Roche, 2020).

### ***2.1.2. Diseño Vehicular***

El diseño no se refiere únicamente a la forma y la estética que imparten atractivo visual, sino también a diversas consideraciones de ingeniería. El diseño vehicular tiene dos roles distintos que desempeñar en los sistemas de seguridad activa y pasiva que son; brindar una mayor eficacia y estabilidad al vehículo cuando está en marcha, y de haber un accidente, disminuir los daños del mismo.

**2.1.2.1. Chasis.** En el pasado, los automóviles se fabricaban sobre una plataforma de “cuerpo sobre bastidor”, que ofrecía una gran capacidad de carga, pero hacía poco en términos de estabilidad y protección de la conducción. El desarrollo del chasis monocasco moderno ha resultado en una arquitectura mucho más estable y segura.

**2.1.2.2. Centro de Gravedad.** Un centro de gravedad más bajo da como resultado una conducción más estable, especialmente en las esquinas ya altas velocidades, en comparación con un automóvil con un centro de gravedad más alto. Las posibilidades de que un vehículo vuelque se reducen significativamente al bajar el centro de gravedad. En los automóviles con asientos altos, se colocan dispositivos como barras estabilizadoras en el chasis para reducir la flexión del chasis, lo que contribuye al balanceo de la carrocería (Barragán & Villén, 2017).

**2.1.2.3. Distancia Entre Ejes.** Una distancia entre ejes más pequeña reduce el radio de giro del automóvil (como referencia, un pequeño hatchback puede girar mucho más rápido que una limusina). Esto, a su vez, facilita la realización de maniobras evasivas.

**2.1.2.4. Distribución del Peso.** Un vehículo pesado ejerce más fuerza sobre el suelo, por lo que genera más fricción. Esto da como resultado un mejor agarre y evita que el vehículo pierda tracción. Aparte del peso total, la distribución del peso dentro del vehículo juega un papel importante en su manejo.

Los parámetros mencionados anteriormente no son vinculantes para el diseño del vehículo, ya que los vehículos difieren enormemente en su forma, tamaño, características y aplicaciones.

Los vehículos de mayor capacidad de carga pueden tener un chasis de carrocería sobre bastidor y un centro de gravedad más alto.

Del mismo modo, los automóviles de lujo suelen tener largas distancias entre ejes. Si bien es deseable tener un vehículo pesado para mantener la tracción, los vehículos pesados pueden ser difíciles de maniobrar y consumen mucho combustible para funcionar. Por lo tanto, estos parámetros deben ajustarse para lograr un compromiso de seguridad óptima y practicidad de aplicación (Alonso, 2020).

**2.1.2.5. Calidad del Hardware.** Un vehículo seguro emplea hardware de alta calidad que contribuye a la construcción y manejo del vehículo.

**2.1.2.6. Chapa de Construcción.** A menudo, en un intento por reducir costos, los fabricantes escatiman en la calidad de la lámina de metal utilizada para fabricar la carrocería del vehículo. Las láminas de metal de mala calidad y las técnicas de pintura inferiores pueden hacer que se oxide y debilite la estructura general del vehículo. Un automóvil seguro no solo utiliza acero de buena calidad, sino también buenas técnicas de pintura, como la deposición electrónica de imprimación para la inhibición de la oxidación.

**2.1.2.7. Ruedas, Suspensión y Frenos.** Las ruedas, los frenos y la suspensión están ajustados para funcionar de manera óptima en determinadas condiciones, y solo se pueden empujar ligeramente para que funcionen en condiciones desfavorables antes de que se vuelvan inseguros.

Un diseño de automóvil seguro incorporaría sistemas de funcionamiento que ocasionalmente pueden funcionar bien en condiciones desfavorables sin poner en riesgo la vida del ocupante (Arízaga, 2019).

Los neumáticos de carrera, por ejemplo, generalmente carecen de banda de rodadura y ranuras, que están diseñadas para el desplazamiento del agua. Si bien se pueden usar en las carreteras, no es seguro hacerlo, ya que corren el riesgo de perder tracción en superficies mojadas.

Del mismo modo, una suspensión suave que es buena para absorber los baches de la carretera no puede estar sujeta repetidamente a situaciones todoterreno donde la tracción y una suspensión más rígida tienen mayor prioridad.

**2.1.2.8. Iluminación.** Un automóvil seguro está diseñado con sistemas de iluminación apropiados que no solo iluminan el camino en la oscuridad, sino que también hacen que el vehículo se destaque en caso de lluvia intensa, clima neblinoso, etc. Las luces bien diseñadas deben iluminar el camino por delante, pero también alrededor del automóvil para ayudar cuando se turnan en la oscuridad (Alonso, 2020).

### ***2.1.3. Sistemas Electrónicos de Asistencia al Conductor***

Si bien nada puede reemplazar los instintos y el juicio de un conductor, los sistemas integrados ayudan al conductor a mejorar significativamente la seguridad del vehículo. Aquí hay una lista de sistemas de seguridad asistidos electrónicamente que se encuentran en el vehículo de pasajeros promedio:

**2.1.3.1. Sistemas de Frenos ABS y EBD.** El sistema de frenos antibloqueo (ABS) y la distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBD) funcionan en conjunto durante un frenado brusco y repentino para evitar que las ruedas se bloqueen. Las fuerzas que activan los frenos se distribuyen más uniformemente para desacelerar el vehículo de manera controlada.

**2.1.3.2. Asistencia de Punto Ciego y Salida de Carril.** La geometría del vehículo y la posición del conductor a menudo pueden resultar en la falta de visibilidad de ciertas áreas detrás y hacia los lados del automóvil. El monitoreo de puntos ciegos advierte al conductor para que pueda hacer los ajustes necesarios en su camino y evitar el impacto de cualquier objeto en dichas áreas.

De manera similar, la asistencia de salida de carril permite a los conductores ingresar a una carretera principal desde una carretera secundaria sin chocar con los vehículos que vienen detrás de ellos a altas velocidades (Rosas, 2019).

**2.1.3.3. Pantalla Frontal.** Una pantalla de visualización frontal, o HUD, muestra información importante como la velocidad, el rango de marcha y, a veces, incluso las direcciones del mapa en el parabrisas del automóvil, directamente en el campo de visión del conductor. Esto permite al conductor tomar decisiones sin tener que apartar la vista de la carretera para encontrar información relevante.

**2.1.3.4. Monitor de Atención al Conductor y Alarma.** Ciertos vehículos tienen sistemas para analizar el comportamiento de la dirección para determinar los niveles de fatiga del conductor y evitar que los vehículos se desvíen del rumbo. Alertan al conductor por medio de una alarma y lo alientan a detenerse y descansar.

**2.1.3.5. Sistemas de Control de la Presión de los Neumáticos.** Los sistemas de monitoreo de la presión de las llantas usan sensores en el vástago de la llanta para determinar la presión de la llanta y mostrar datos en tiempo real en el grupo de instrumentos. Indican si el automóvil está funcionando con neumáticos inflados de manera óptima, lo que permite al conductor inflar/desinflar sus neumáticos según sea necesario (Vizcaya, 2021).

**2.1.3.6. Control de Crucero Adaptativo.** El control de crucero adaptativo tiene en cuenta la velocidad de los vehículos que circulan delante y reduce la velocidad del vehículo sin intervención del conductor, en función de la distancia entre los dos coches.

**2.1.3.7. Control de Tracción.** Los sistemas de control de tracción detectan el giro libre de las ruedas y redistribuyen la potencia del eje de transmisión para evitar que los vehículos se atasquen en situaciones de baja tracción.

La seguridad activa también depende del estado de conservación de los vehículos, así como de la habilidad y previsión del conductor. Un coche con buenas medidas de seguridad activa no necesita realmente sistemas de seguridad pasiva en escenarios ideales. Sin embargo, los accidentes tienen lugar principalmente en situaciones que están fuera del control humano, lo que requiere la implementación de sistemas de seguridad pasivos elaborados (Rosas, 2019).

Las disposiciones de seguridad pasiva entran en acción cuando ocurre un accidente. Por lo tanto, el papel de los sistemas pasivos es garantizar que se cause el mínimo daño a la vida humana, incluso si se produce a costa de destruir el vehículo, ya sea parcial o totalmente. Los sistemas de seguridad pasiva comprenden varios elementos. Las pruebas integrales de choque y las calificaciones posteriores de cada automóvil son esencialmente una prueba de la efectividad de los parámetros de seguridad pasiva.

#### ***2.1.4. Diseño de Seguridad***

Si bien el diseño del vehículo tiene un papel importante que desempeñar en la dinámica de la seguridad activa, es aún más crucial en el ámbito de la seguridad pasiva. Un vehículo de diseño sólido logra dos objetivos importantes en un accidente:

- Mantener a los ocupantes aislados del impacto en la mayor medida posible.
- Permitiéndoles escapar fácilmente a un lugar seguro.
- Los sistemas de seguridad pasiva comprenden varios elementos de diseño.

**2.1.4.1. Zonas de Deformación.** Una zona de deformación se refiere a una parte del vehículo que está diseñada para destruirse a fin de absorber el máximo impacto de una colisión. Esto reduce significativamente la cantidad de impacto que se transfiere a los ocupantes (Roche, 2020).

La carrocería del vehículo es una estructura compuesta por diferentes variedades de acero. La zona de deformación está hecha de acero más blando y constituye la parte delantera y trasera del vehículo, que normalmente recibe el primer golpe al impactar. El acero se fortalece progresivamente a medida que se avanza hacia el interior, es decir, hacia la cabina, que se refuerza para permanecer intacta incluso durante el impacto.

Una zona deformable bien diseñada juega un papel esencial en la determinación de la seguridad general del vehículo.

**2.1.4.2. Camarotes Reforzados.** La cabina principal que alberga a los pasajeros es el componente más crítico del sistema de seguridad pasiva. Después de una colisión, las puertas de un vehículo bien construido aún se abrirán y permitirán que los pasajeros se alejen caminando a un lugar seguro. Un buen marco comprende puertas reforzadas, techo, pilares y líneas altas de ventanas para sentarse. Una cabina fuerte está diseñada para resistir las fuerzas residuales que se transfieren desde la zona de deformación y busca reducirlas por medio de equipos de seguridad integrados en el diseño (Santos, 2020).

Algunos autos deportivos tienen diseños de puertas no convencionales que son estéticamente atractivos, pero pueden ser peligrosos en caso de colisiones y vuelcos. Dichos vehículos suelen estar equipados con cargas explosivas activadas por sensores para volar las puertas en caso de accidente.

La posición del tanque de combustible debe ser tal que cualquier fuga se dirija lejos del área del accidente. Los accidentes a menudo pueden involucrar incendios o chispas perdidas que pueden encender el combustible, disminuyendo exponencialmente las posibilidades de supervivencia en circunstancias adversas.

El impacto de una colisión a menudo puede empujar los componentes mecánicos, como los pedales, el volante e incluso los componentes del tren motriz, como el motor y los ejes de transmisión, hacia la cabina, lo que provoca lesiones graves (Vizcaya, 2021)

### ***2.1.5. Equipo de Seguridad***

El propósito del equipo de seguridad es proteger a los ocupantes durante el curso de la colisión. Durante una colisión, hay una transferencia masiva de impulso acompañada de una rápida desaceleración. Esto puede hacer que los ocupantes se tambaleen repentinamente hacia adelante o hacia atrás a velocidades extremadamente altas y se detengan con la misma rapidez.

Como resultado, varias partes y órganos internos del cuerpo se aceleran a diferentes velocidades, provocando lesiones que pueden ser fatales en situaciones extremas.

Un ejemplo de esto es el efecto latigazo que se experimenta en el cuello durante una colisión trasera. El cuello se sacude hacia el frente y luego golpea hacia atrás, lo que resulta en un movimiento similar al de un latigazo que puede dañar la columna vertebral (Alonso, 2020).

La tarea del equipo de seguridad se puede reducir en gran medida si el diseño vehicular contiene elementos de seguridad bien diseñados.

Sin embargo, en su ausencia, la responsabilidad recae completamente en el equipo, lo que reduce el coeficiente de seguridad general del vehículo.

**2.1.5.1. Bolsas de Aire.** Una bolsa de aire es una bolsa acolchada que se infla casi instantáneamente con el impacto para interceptar alguna parte del cuerpo humano que se dirige hacia ella. Tras la intercepción, la bolsa de aire se comprime para absorber la mayor parte del impacto y luego se desinfla lentamente para desacelerar el cuerpo gradualmente (Almánzar, 2020).



Si bien la mayoría de los vehículos tienen bolsas de aire para evitar traumatismos en la cabeza, los automóviles de gama alta tienen múltiples bolsas de aire para eliminar significativamente los impactos en otras partes del cuerpo.

#### **2.1.6. Programa NHTSA**

La Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA, por sus siglas en inglés) es una agencia dependiente del gobierno de los Estados Unidos que forma parte del Departamento de Transporte. Su misión es "Salvar vidas, prevenir heridas y reducir los accidentes de vehículos" (Motorpasion, 2020).

**2.1.6.1. Medición de la NHTSA.** La NHTSA realiza pruebas de seguridad pasiva en los autos nuevos entregando una clasificación en estrellas basada en el comportamiento del vehículo en diferentes pruebas de impacto frontal y lateral. En los últimos años se ha incorporado una prueba de vuelco ante un accidente la que también se mide en estrellas.

La prueba de impacto frontal tipo estándar se realiza a 56 km/h contra una barrera fija. Hasta el año 2006 la NHTSA no se realizaba esta prueba en la modalidad de impacto frontal tipo off set la que es más exigente. La prueba de impacto lateral tipo estándar se realiza a 62 km/h contra una barrera móvil. Tampoco realizaban las pruebas complementarias de impacto lateral tipo poste de luz. La NHTSA no realiza pruebas orientadas a medir la seguridad de niños a bordo ni de peatones en caso de atropellamiento.

Los resultados de la NHTSA habitualmente son sustancialmente menos exigentes que las mediciones de otras organizaciones de seguridad vial (Motorpasion, 2020).

**2.1.6.2. Clasificación del programa NHTSA.** El programa de clasificaciones de seguridad de 5 estrellas evalúa cómo funcionan los vehículos en las pruebas de choques. NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) lleva a cabo pruebas frontales, laterales y de

vuelco porque estos tipos representan la mayoría de los choques que ocurren en las carreteras de los Estados Unidos (NHTSA, 2020).

**2.1.6.3. Clasificación y Escenarios de Pruebas.** El escenario de prueba del choque frontal consiste en que la persona se dirige hacia el sur en una carretera de dos carriles mientras que otro vehículo se dirige hacia el norte por esa carretera. El conductor del otro vehículo empieza a quedarse dormido mientras conduce y gira bruscamente en su carril. Repentinamente, choca de frente con el vehículo hacia el norte como se aprecia en la figura 1 (NHTSA, 2020).

**2.1.6.4. Detalles de la Prueba Frontal.** En esta prueba es importante mencionar los siguientes puntos para tener en cuenta.

- Un hombre adulto de tamaño promedio en el asiento del conductor
- Una mujer adulta de tamaño pequeño en el asiento delantero del pasajero
- Todos los maniqués están asegurados con cinturones de seguridad
- Representa choques entre dos vehículos similares con el mismo peso
- Un vehículo se estrella contra una barrera fija a los 56 km/h

Evaluación de las lesiones a la cabeza, el cuello, el pecho y el fémur (la pierna). Las clasificaciones de los choques frontales solo se deben de comparar entre los vehículos de la misma clase de peso (+/- 250 libras). Según la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en Carreteras público un informe indicando que, de todos los accidentes fatales en vehículos motorizados, el 13 % son choques frontales es por eso la importancia del por qué realizar este tipo de pruebas y las lesiones más comunes. Dichos choques pueden ocurrir por negligencia del conductor o por malas condiciones de la carretera.

**Figura 1***Prueba de Choque Frontal*

Fuente: (NHTSA)

**2.1.6.5. Escenario de Prueba del Choque con Barrera Lateral.** Esta prueba consiste en que el conductor llega a una intersección de cuatro vías y se detiene por completo, mira a su izquierda y derecha y comienza a acelerar en la intersección. Otro vehículo se acerca a la misma intersección, pero no cede el paso en la señal de stop y golpea su vehículo en el lado del conductor (NHTSA, 2020).

**2.1.6.6. Detalles de la Prueba de Choque con Barrera Lateral.** En dicha prueba se mencionan los detalles a tener en cuenta para la simulación y así catalogar las posibles lesiones que generaría un choque en un vehículo como se muestra en la figura 2.

- Un hombre adulto de tamaño promedio en el asiento del conductor.
- Una mujer adulta de tamaño pequeño en el asiento del pasajero trasero (lado del conductor).
- Todos los maniqués están asegurados con cinturones de seguridad.

- Representa una colisión de tipo intersección.
- Una barrera móvil de 3.015 libras se estrella a 62 km/h con un vehículo parado.

Evaluación de las lesiones a la cabeza, el pecho, el abdomen y la pelvis. Para las clasificaciones de barrera lateral, es posible comparar todos los vehículos el uno al otro.

## Figura 2

### *Prueba del Choque con Barrera Lateral*



Fuente: (NHTSA, 2020)

**2.1.6.7. Escenario de Prueba del Choque con Poste Lateral.** En dicha prueba se simula que el conductor está manejando en una tarde lluviosa, un conductor está conduciendo en su vecindario por una calle con curvas. De repente, pierde el control del vehículo. Comienza a deslizarse lateralmente en la carretera y se estrella el lado del conductor con un poste de teléfono donde señala la figura 3 (NHTSA, 2020).

Detalles de la prueba:

- Una mujer adulta en el asiento del conductor

- El maniquí está asegurado con un cinturón de seguridad
- El vehículo, en ángulo de 75 grados, se tira lateralmente a los 32 km/h hacia un poste de diámetro de 25 cm en la ubicación del asiento del conductor

Evaluación de las lesiones a la cabeza, el pecho, la parte inferior de la columna vertebral, el abdomen y la pelvis. Para las clasificaciones de poste lateral, es posible comparar todos los vehículos el uno al otro.

### **Figura 3**

#### *Prueba del Choque con Poste Lateral*



Fuente: (NHTSA, 2020)

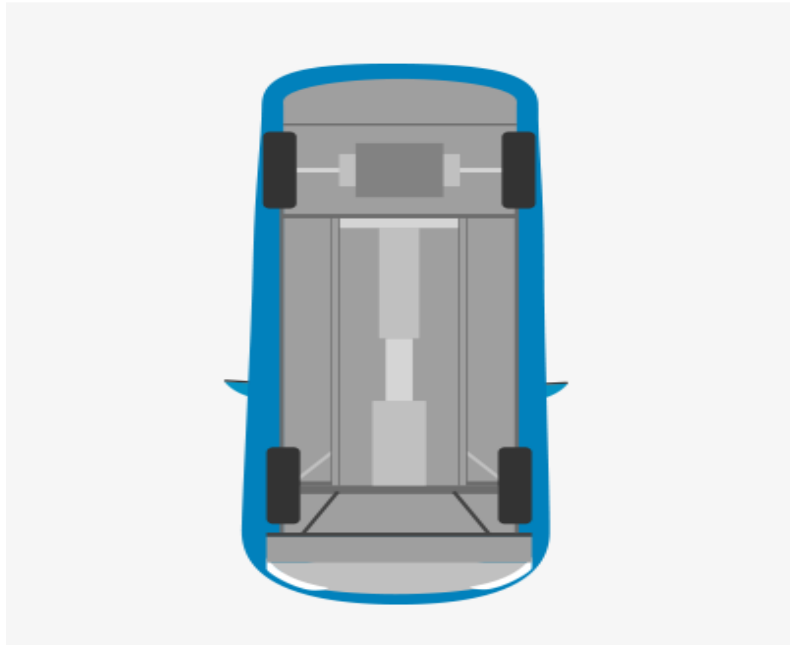
**2.1.6.7. Escenario de Prueba de Resistencia Contra Vuelcos.** Esta prueba consiste en que el chofer está conduciendo su SUV en una carretera de 88 km/h, y de repente llega a una curva aguda. Intenta navegar por la curva, pero está viajando demasiado rápido y pierde el control de su vehículo. El vehículo sale de la carretera y se vuelca.

**2.1.6.8. Factor de Estabilidad Estática.** La clasificación de resistencia al vuelco está basada en un cálculo de laboratorio estable conocido como Factor de Estabilidad Estática (SSF)

que determina qué tan "pesado en la parte superior" es un vehículo y los resultados de una maniobra de manejo que prueba si un vehículo es vulnerable a volcarse en la carretera en una maniobra severa como se ilustra en la figura 4 (NHTSA, 2020).

#### **Figura 4**

*Prueba de Resistencia Contra Vuelcos.*



Fuente: (NHTSA,2020)

## **2.2. Conceptos Preliminares**

### **2.2.1. *Sistemas de Seguridad Activa y Pasiva***

En general, hay dos tipos de sistemas de seguridad disponibles en los diseños de vehículos actuales: pasivos y activos. Además de los sistemas de seguridad activa, las tecnologías de asistencia al conductor (DA) se están volviendo más comunes en la flota de vehículos moderna.

Los sistemas de seguridad activa o DA están diseñados para ayudar a los conductores a evitar o mitigar los choques, mientras que los sistemas de seguridad pasiva están diseñados para reducir los riesgos de lesiones de los ocupantes durante los choques. Hasta hace poco, se ha

publicado poca investigación sobre la integración de este tipo de sistemas. Varios investigadores han estimado el potencial de reducción de muertes y lesiones graves de los sistemas de seguridad pasiva (p. Ej., Cinturones de seguridad y bolsas de aire) y DA o sistemas de seguridad activa, por ejemplo, la advertencia de colisión frontal y frenado autónomo previo al choque. Sin embargo, tales estimaciones solo se enfocaron en uno de los dos sistemas, por separado (Lascano, 2020).

Con el ritmo cada vez mayor de implementación de DA y sistemas de seguridad activa, características como la asistencia de frenado previo al choque o el frenado autónomo previo al choque brindan el potencial para las condiciones previas al choque afectadas, como la cinemática del vehículo (por ejemplo, delta-V) y el ocupante. La posición y postura de choque tienen efectos pronunciados sobre los riesgos de lesiones de los ocupantes durante choques frontales (Almánzar, 2020).

Por lo tanto, no es probable que la ventaja potencial de un sistema integrado de seguridad activa y pasiva sea la suma de estos dos sistemas individuales. Entre los estudios más recientes, la investigación de seguridad en choques ha demostrado que la reducción del delta-V puede reducir los riesgos de lesiones en choques frontales. Se ha encontrado una dependencia tan fuerte entre la gravedad del choque y el riesgo de lesiones mediante análisis de datos de accidentes del mundo real y datos de registradores de datos de eventos (Martínez, 2020).

Los sistemas de seguridad pasiva actuales deben diseñarse teniendo en cuenta las condiciones reglamentarias y / o de prueba de choque de terceros, en las que los delta-V son de 56 km/h o más en choques frontales. Si bien algunos estudios han demostrado que lograr las calificaciones más altas en este tipo de pruebas generalmente da como resultado un menor riesgo de muerte en choques del mundo real, otros estudios también han informado que no hay una relación estadísticamente significativa entre el euro Puntuaciones NCAP (Programa de Evaluación

de Vehículos Nuevos) y resultados de muerte o lesiones graves en el mundo real (Comisariado Europeo del Automóvil, 2021).

Por ende, un sistema de seguridad pasiva que pueda adaptarse a un delta-V más bajo resultante de la activación de un dispositivo de seguridad activo particular puede reducir aún más los riesgos de lesiones de los ocupantes. El delta-V reducido resultante de un sistema de seguridad activo o DA es generalmente de un evento de frenado duro previo al choque. Los eventos de frenado pueden afectar potencialmente las posturas de los ocupantes antes del choque, y lo más importante es la ubicación del cabeza justo antes del choque (Paytan, 2020).

Los automóviles son mucho más peligrosos para los peatones que para los conductores y pasajeros. Dos tercios de 1.3 millones de muertes anuales relacionadas con automóviles son peatones. Desde al menos principios de la década de 1970, también se ha prestado atención al diseño de vehículos teniendo en cuenta la seguridad de los peatones en las colisiones entre automóviles y peatones.

El enfoque normal de los sistemas de seguridad activa y pasiva entrega sus funcionalidades solo en su fase específicamente. Las características de seguridad activas pueden ayudar a prevenir choques. Las funciones de seguridad pasiva evitan que los ocupantes sufran lesiones después de que ocurra un accidente. Los sistemas de seguridad activos y pasivos son muy importantes según los estándares de la industria automotriz (AIS) (Barragán & Villén, 2017).

Uno de los principales dispositivos de seguridad para automóviles es un espejo retrovisor y la prueba de los espejos retrovisores es una parte importante según AIS. La prueba simula un objeto que choca con el espejo a una velocidad de 3.1 m/s, en comparación con una velocidad de 13.4 m/s cuando el espejo de un automóvil que viaja a 42.28 km/k choca con un objeto estacionario (Alonso, 2020).



Esta velocidad sería considerablemente más alta si el espejo retrovisor del automóvil golpeará a un automóvil que se aproxima. Estos casos ponen de relieve que existe un riesgo continuo de lesiones oculares graves después de un impacto en la superficie trasera de un espejo retrovisor externo. La prueba se basa en el efecto de un impacto a baja velocidad.

Para los dispositivos de seguridad activa evitan que se produzcan accidentes. Los elementos de seguridad pasiva reducen las posibilidades de muerte y lesiones graves en los casos en que un accidente es inevitable Rice (2018).

Los dispositivos de seguridad activa de carros están a la vanguardia de la tecnología de seguridad vial. Estas medidas de seguridad se diseñan e implementan para prevenir accidentes antes de que ocurran. Suelen aprovechar las tecnologías emergentes para que los conductores sean más conscientes. Algunas tecnologías incluso facilitan nuestro sentido humano, permitiendo a los conductores tener una mayor previsión sobre las acciones de otros usuarios de la carretera antes de que se produzcan (González C. , 2020).

**2.2.1.1. Características de Seguridad Activa.** A continuación, se enumeran las más relevantes para tener en cuenta.

- Frenado automático de emergencia. El carro detectará una disminución de la velocidad o una parada en el tráfico que le precede y alertará al conductor. Si el conductor no actúa, los frenos reducirán la velocidad del vehículo gradualmente.
- Aviso de colisión frontal. Esta tecnología es similar al frenado automático de emergencia. Avisa al conductor del peligro, pero no frena automáticamente.
- Control de crucero adaptativo. Permite al conductor fijar el límite de velocidad, igual que el control de crucero normal. Sin embargo, esta tecnología responde a otros usuarios de la carretera, frenando cuando es necesario para reflejar el tráfico que le rodea.

- Aviso de salida de carril. Esta tecnología evita que los conductores se desvíen hacia otros carriles. En algunos casos, esta tecnología puede incluso ayudar al conductor a evitar cunetas y alcantarillas.
- Asistencia de mantenimiento de carril. Esta tecnología va más allá y ayuda al conductor a mantenerse en el carril correcto dirigiendo al carro hasta 40 segundos.
- Control del ángulo muerto. Otra útil herramienta de concienciación, esta tecnología vigila activamente el ángulo muerto por encima del hombro, informando de los peligros con una luz de advertencia.
- Alerta de tráfico cruzado trasero. Una ayuda para los padres y los niños pequeños. Esta tecnología permite a los conductores salir de los aparcamientos y las entradas de vehículos marcha atrás con mayor eficacia (González C. , 2020).

Las medidas de seguridad activa están muy desarrolladas y se someten a pruebas rigurosas y para ser aprobados, los vehículos deben poseer la mayoría de las características mencionadas.

Asimismo, los elementos de seguridad pasiva del carro son medidas de seguridad incluidas en el vehículo para ayudar a los pasajeros en caso de choque. Suelen incluirse como parte del diseño del coche, y a menudo son la última línea de defensa contra las lesiones graves y la muerte (Vizcaya, 2021).

Entre los elementos de seguridad pasiva se encuentran:

- Airbags que se despliegan cuando el coche desacelera rápidamente por encima de la velocidad de frenado.
- Cinturones de seguridad que se bloquean en su sitio, impidiendo que los pasajeros salgan despedidos o sufran un impacto

- La estructura del coche, dotada de zonas de deformación y cristales de alta resistencia (Vizcaya, 2021).

De forma que, toda la tecnología del mundo no puede evitar la tragedia: es un hecho que algunos accidentes son simplemente inevitables. Sin embargo, si el carro cuenta con medidas de seguridad pasiva de alta calidad, la persona que conduce y los pasajeros tendrá muchas más posibilidades de sobrevivir a un incidente grave en la carretera.

En síntesis, las medidas de seguridad pasiva y activa trabajan conjuntamente para mantener a salvo al conductor y las personas acompañantes. Ninguna de las dos categorías es más importante que la otra, simplemente entran en juego en momentos diferentes. Al final, la seguridad vial depende de ti. Por lo que, hay que hacer todo lo posible para proteger a las demás personas conduciendo dentro del límite de velocidad, con atención y concentrándote totalmente en la carretera.

**2.2.1.2. Sensores Ultrasónicos.** El ultrasonido se puede utilizar en aplicaciones de detección y rango utilizando el principio de tiempo de vuelo para estimar la distancia a un objeto. Las emisiones de ultrasonidos son efectivamente ondas sonoras con frecuencias más altas que las audibles para el ser humano, adecuadas para aplicaciones de corto a medio alcance a baja velocidad (Santos, 2020).

Un sensor de exploración basado en una serie de sensores ultrasónicos en fase facilita la recopilación de información sobre la distancia, la posición angular, la velocidad y la naturaleza de los obstáculos circundantes. Los sensores ultrasónicos proporcionan una buena indicación de las distancias del vehículo a los obstáculos, son menos susceptibles a verse afectados por una acumulación de escombros, tienen buenos tiempos de respuesta y son de bajo costo (Alonso, 2020).

Sin embargo, su rendimiento solo es adecuado para aplicaciones de corto y medio alcance, las fluctuaciones en el voltaje de funcionamiento reducen el rendimiento y La precisión de la detección de objetos a veces se ve afectada por las señales reflejadas.

**2.2.1.3. Sensor de Velocidad de Guiñada.** El principio de funcionamiento de este sensor consiste en que la parte del impulsor se ve y actúa exactamente como un simple diapasón. Debido a que los dientes impulsores están hechos de cuarzo cristalino, es posible "hacer sonar" electrónicamente este diapasón. Cada horquilla tiene una masa y una velocidad radial instantánea que cambia de forma sinusoidal a medida que la horquilla se mueve hacia adelante y hacia atrás (Arízaga, 2019).

Mientras la base de la horquilla esté estacionaria, los momentos de los dos dientes se cancelan exactamente entre sí y no hay transferencia de energía desde los dientes a la base. De hecho, solo se necesitan  $\sim 6\mu\text{W}$  de potencia para mantener la horquilla sonando. Sin embargo, tan pronto como el diapasón gira alrededor de su eje de simetría, el principio de Coriolis ejerce una profunda influencia en el comportamiento de este mecanismo (López, 2021).

Por convención, la regla de la mano derecha, el vector de rotación se describe mediante una flecha que está alineada con el eje de rotación. La velocidad radial instantánea de cada una de las púas, a través del efecto Coriolis, generará un producto cruzado vectorial con este vector de rotación.

**2.2.1.4. Sensor de Par de Torsión.** El sensor de par mide el par aplicado por el conductor en el volante. En base a esto, la unidad de control calcula la asistencia a la dirección del motor. El sensor de par se encuentra en el piñón de dirección. En el eje de entrada se monta una rueda polar que se conecta al piñón de dirección mediante la barra de torsión (Roche, 2020).

El rango de medición cubierto por el sensor está entre +/- 8 y +/- 10 Nm. Si el par de dirección es mayor, un limitador de ángulo mecánico evita la sobrecarga de la barra de torsión (Krantzer, 2019). Cuando el conductor aplica un par en el volante, la barra de torsión gira como el imán en relación con el sensor. El sensor consta de elementos magnetorresistivos que cambian su resistencia cuando cambia la dirección del campo.

En el proceso, el voltaje sigue una curva de seno y coseno cuando se gira el imán. El ángulo de rotación directo de la barra de torsión se calcula mediante una función de tangente inversa. 6 enchufes, 7 imanes de índice (opcional), sensor de 8 índices (opcional), rueda de 9 polos. Las altas demandas de seguridad en los sistemas de dirección eléctricos requieren la detección de todas las fallas que ocurren en el sensor y la creación de una condición segura del sistema de dirección (Sinisterra, 2018).

Los datos del sensor se transmiten a la unidad de control electrónico a través de una interfaz digital muy resistente. Opcionalmente, el sensor de par también puede acomodar un imán de índice y un sensor. El sensor de índice envía una señal a la ECU por cada giro completo del volante. En combinación con los datos del sensor de posición del rotor y las velocidades de las ruedas, la unidad de control electrónico es capaz de calcular el ángulo de dirección con una resolución  $<0.05^\circ$  (Mitsubishi Motors, 2019).

**2.2.1.5. Distribución Electrónica de la Fuerza de Frenado (EBFD).** La distribución electrónica de la fuerza de frenado también conocida como EBD o EBFD, la limitación electrónica de la fuerza de frenado (EBL) es una tecnología de frenado de automóvil que varía automáticamente la cantidad de fuerza aplicada a cada uno de los frenos de un vehículo, según las condiciones de la carretera, la velocidad, la carga, etc. Siempre junto con los sistemas antibloqueo

de frenos, el EBD puede aplicar más o menos presión de frenado a cada rueda para maximizar la potencia de frenado (Alonso, 2020).

En general, la parte delantera soporta la mayor parte del peso y el EBD distribuye menos presión de frenado a los frenos traseros para que los frenos traseros no se bloqueen y patinen. Se comparan las velocidades de las ruedas en el eje delantero y trasero. Si la diferencia supera un valor máximo, se detecta un sobre frenado en el eje trasero e interviene el sistema EBD. El sistema EBD luego cierra las válvulas de entrada de ABS para la rueda trasera izquierda y/o derecha, evitando así una mayor acumulación de presión y manteniendo la presión en el cilindro de freno de la rueda (Arízaga, 2019).

En algunos sistemas EBD se distribuye más presión de frenado en los frenos traseros durante la aplicación inicial del freno antes de que los efectos de la transferencia de peso sean evidentes, sistemas tales como: el control electrónico de estabilidad (ESC) también conocido como Programa electrónico de estabilidad (ESP) o control dinámico de estabilidad (DSC), que es una tecnología computarizada que mejora la seguridad de la estabilidad de un vehículo al detectar y reducir la pérdida de tracción (Arízaga, 2019).

Es así como, cuando el ESP detecta la pérdida del control de la dirección, aplica automáticamente los frenos para ayudar a dirigir el vehículo donde el conductor tiene la intención de ir. El frenado se aplica automáticamente a las ruedas individualmente, como la rueda delantera exterior para contrarrestar el sobre viraje o la rueda trasera interior para contra viraje. Algunos sistemas ESP también reducen la potencia del motor hasta que se recupera el control.

Para Luna (2020) el ESP no mejora el rendimiento de un vehículo en las curvas; en cambio, ayuda a minimizar la pérdida de control. Hay cinco componentes principales en un sistema ESP:

- Sensores de velocidad de la rueda

- ESP-Unidad hidráulica con ECU integrado.
- Sensor de ángulo de dirección
- Sensor de velocidad de guiñada
- ECU de gestión del motor para comunicación

### ***2.2.2. Normas INEN para el cuidado de los vehículos***

Los estándares nacionales son establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). El INEN es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), el Sistema Interamericano de Metrología (SIM), la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) y es el punto de contacto del Codex Alimentarius. Comisión.

INEN también está a cargo de la evaluación de la conformidad con el apoyo de la SAE (Organización Ecuatoriana de Acreditación). Todos los productos sujetos al cumplimiento de las normas deben obtener el certificado de conformidad (INEN-1) antes de enviar los productos a Ecuador y deben presentarlo en el puerto de entrada para pasar por la Aduana.

Los elementos mínimos de seguridad que deben integrar todos los vehículos comercializados en el Ecuador según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 son los siguientes:

- Iluminación y dispositivos de señalización luminosa, como luces altas, medias, bajas, luces de emergencia, luz de retro, luces direccionales, luces neblineros, luz en el tablero y dentro del habitáculo, todo esto según la normativa NTE INEN 1155.
- Apoyacabezas en los asientos, para evitar el efecto latigazo, según la norma NTE INEN 2707.

- Asientos de vehículos grandes de pasajeros, que tengan su resistencia y anclajes según la norma NTE INEN 2708.
- Anclajes de sistema de seguridad y sistema ISOFIX según la norma NTE INEN 2704.
- Sistema de frenos ABS, para evitar el bloqueo de las ruedas al frenar, según la norma NTE INEN 2702.
- Todos los vehículos deben contar con dos sistemas de freno, uno que actúe sobre las ruedas delanteras y otro sobre las ruedas posteriores, según la norma NTE INEN 2656.
- Los vehículos automotores deben un control electrónico de estabilidad según lo establecido por el Reglamento Técnico Global GTR8 y conforme a lo establecido por la norma técnica No. 13-H de la ONU, (Organización de las Naciones Unidad), dicho requisito es obligatorio para vehículos del año 2020 en adelante.
- Todos los vehículos deben poseer neumáticos, a la medida correcta y en condiciones óptimas, según la norma NTE INEN 11.
- Los vehículos deben disponer de un sistema de dirección asistida para mejorar la maniobrabilidad del vehículo, según la reglamentación técnica No. 79 de la ONU.
- Todos los vehículos deben poseer vidrios correctamente fabricados y diseñados, sean estos: Parabrisas, luneta, lateral o de techo, según la norma NTE INEN 084.
- Todos los vehículos deben tener cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil, según la norma NTE INEN 2675.
- Todos los vehículos deben integrar una protección para colisión frontal según las normas NTE INEN 2713 Y 2714.
- Todos los vehículos deben incorporar mínimo dos bolsas de aire frontales, según la norma NTE INEN 2706.



- Los vehículos deben tener un notificador acústico y luminoso que avise sobre el uso del cinturón de seguridad, según la norma NTE INEN 2675.

Previamente se mencionaron varias de las condiciones que deben cumplir los vehículos que se comercializan en el Ecuador con respecto al marco de la seguridad activa y pasiva. A continuación, se va a analizar la importancia de dichas condiciones:

Según la normativa NTE INEN el artículo 1155 se menciona que todos los vehículos de diferentes gamas deben incorporar elementos que proporcionen la correcta visibilidad tanto al conductor como a los vehículos cercanos, hay varios tipos de dispositivos de señalización luminosa, pero los elementales como las luces altas, bajas, medias, luces de parqueo o emergencia, luz de retro, direccionales y neblineros deben estar en todos los vehículos sin excepción, con la intención de:

- Prevenir accidentes
- Mejorar la visibilidad del conductor
- Mejorar la visibilidad para los demás vehículos
- Sirven para alertar a otros conductores

En la normativa NTE INEN artículo 2707 se indica que todos los vehículos comercializados en el Ecuador deben de contar con un apoyacabeza en todos los asientos, este elemento sirve para proteger el cuello de los pasajeros de algún movimiento brusco en caso de un siniestro ya que cuando se da un accidente la cabeza tiende a ir hacia atrás y esto puede causar graves lesiones en la zona cervical debido al llamado efecto latigazo, el apoyacabezas absorbe dicho impacto y mantiene el cuello en una posición erguido protegiendo así el cuello de la persona. Dicho elemento de seguridad puede llegar a salvar muchas vidas.

La normativa NTE INEN destaca en el artículo 2708 que todos los vehículos deben contar con asientos apropiados, con las dimensiones correctas y con los anclajes elementales para la correcta sujeción de los pasajeros, deben ser tres puntos de anclaje del cinturón de seguridad en la parte delantera y en los puestos posteriores mínimo dos, para garantizar la protección de los pasajeros y disminuir la magnitud de las lesiones.

Cabe mencionar que el anclaje de dos puntos permite ajustar el cinturón a los lados de la cadera y el anclaje de tres puntos al igual que el de dos permite ajustar el cinturón a los lados de la cadera, pero adicional tiene otro punto que permite la sujeción por encima del hombro del pasajero, este sistema de tres puntos fue inventado por la marca Volvo.

Siguiendo con la normativa NTE INEN el artículo 2704 especifica que los vehículos deben incorporar sistemas de anclaje Isofix, dicho elemento consta de puntos ya sean soldados o atornillados a la carrocería del automóvil, esto se diseñó así con la intención de que los asientos especiales para niños queden sujetos por este anclaje denominado Isofix y adicional a esto también el cinturón de seguridad debe ir acoplado a este asiento de niños.

El objetivo de este sistema de seguridad es brindar un viaje más seguro para los niños, y evitar movimientos bruscos o fuertes tensiones que se podrían generar en una frenada de emergencia o un siniestro.

En el artículo 2702 de la normativa NTE INEN se menciona que todos los vehículos comercializados en el Ecuador deben de integrar el sistema de frenos ABS, este sistema permite al conductor mantener el control del vehículo, ya que evita que las ruedas se bloqueen, mejorando la adherencia entre los neumáticos y el suelo en situaciones adversas. Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Permite detener el vehículo en una distancia menor al frenar bruscamente

- Evita que las ruedas se bloqueen
- Mejora la maniobrabilidad del conductor
- Mejora la adherencia con el piso
- Reduce en gran medida el derrape del vehículo

Como ya se mencionó previamente el artículo 2656 de la normativa NTE INEN especifica que todos los vehículos deben contar con dos sistemas de freno, uno que actúe sobre las ruedas delanteras y otro sobre las ruedas posteriores, esto es para aumentar la eficiencia del sistema y de tener más de una alternativa de frenado.

Por lo general los vehículos llevan frenos de disco en las ruedas delanteras y frenos de tambor en las ruedas posteriores, aunque ya varios vehículos vienen de fábrica con frenos de discos en las cuatro ruedas, cosa que mejora en gran medida la capacidad de frenado. Los frenos de disco se accionan cuando el conductor presiona el pedal de freno y se ejerce una presión hidráulica que mueve el pistón dentro del cilindro de freno, este a su vez presiona las pastillas contra el disco de freno, dicha fricción logra reducir la velocidad del automóvil. Las ventajas de los frenos de disco son las siguientes:

- Mejor refrigeración en la superficie del disco por estar expuesto
- El cambio de discos es más sencillo que otro tipo de frenos
- Tiene menos componentes por ende es más ligero

El diseño de los frenos de disco se hizo con la intención de disminuir la distancia de frenado en una emergencia o brusquedad al conducir logrando así disminuir la posibilidad de causar un accidente y precautelar la vida del conductor, los pasajeros y los peatones.

La ONU ha establecido que todos los vehículos del 2020 en adelante deben integrar un sistema de control electrónico de estabilidad según la norma No. 13 – H, dicho sistema se conoce

como el ESC (Control Electrónico de Estabilidad) este sistema está siempre activo, consta de una centralita que recibe e interpreta las señales de los sensores de rueda y analiza unas 25 veces por segundo si es que las maniobras del conductor corresponden al movimiento real del vehículo, de ser el caso que el sistema detecte que el vehículo se mueve en una dirección diferente a la deseada, la centralita interviene de manera inmediata utilizando el sistema de frenos para desacelerar de manera independiente las ruedas para que el vehículo mantenga una trayectoria estable y el conductor no pierda el control sobre el mismo. Este sistema fue diseñado por la marca BOSCH junto a Mercedes Benz y se calcula que se podría evitar hasta en un 80% los accidentes por derrapes.

Nos neumáticos son elementos indispensables en el sector automotriz y según la norma NTE INEN 11 estos deben estar en óptimas condiciones y tener la medida correcta. Estos elementos son generalmente de caucho y se colocan sobre las llantas de las ruedas de los automóviles, suelen contener una cámara de aire interna y su función es la de proporcionar un contacto óptimo con el suelo mejorando la adherencia con el mismo. Hay varios tipos de neumáticos dependiendo del tipo de vehículo y de la función que se le va a dar al mismo, los más importantes son:

- Neumático diagonal
- Neumático radial
- Neumático de verano
- Neumático de invierno
- Neumático de todo tiempo
- Neumático asimétrico
- Neumático direccional

- Neumático tubeless (sin tubo)

Como ya se mencionó los neumáticos deben ser de la medida correcta y es el fabricante quien da la información sobre qué tipo y medida de neumáticos debe llevar determinado vehículo, a continuación, se van a destacar las desventajas de utilizar neumáticos más grandes que los que especifica el fabricante:

- Mayor consumo de combustible
- Se perciben más las irregularidades del suelo
- Se puede afectar la suspensión del vehículo
- Demandan mayor trabajo al motor
- Riesgo de patinamiento en clima lluvioso
- Sistema ABS puede descalibrarse
- Posible afectación sobre el velocímetro y odómetro

Según la misma normativa NTE INEN 11 los neumáticos no deben ser reparados ni deben presentar defectos tales como:

- Separación de la banda de rodamiento
- Separación entre pliegos
- Fallas en la cara lateral, carcasa o pestaña
- Cortes
- Grietas
- Empalmes abiertos

Esta normativa vigente establece estos parámetros con el objetivo de brindar una mayor comodidad al conducir, mejorar el correcto funcionamiento del vehículo, reducir el consumo de combustible y lo más importante, que es reducir la posibilidad de un accidente de tránsito.

Según la reglamentación técnica No. 79 de la ONU todos los vehículos deben integrar un sistema de dirección asistida, ya sea hidráulica o electrónica, con el objetivo de mejorar la maniobrabilidad del vehículo. Este sistema reduce en gran medida la fuerza que ejerce el conductor sobre el volante del vehículo al momento de mover la dirección.

En el caso de la dirección asistida de manera hidráulica consiste en una bomba y un actuador que generan cierta cantidad de energía para asistir el movimiento de las ruedas dependiendo de la maniobra del conductor. En cambio, la dirección asistida de manera electrónica consta de un motor eléctrico que es comandado por un módulo electrónico el cual lo hace girar en varias direcciones en función del movimiento del volante por el conductor, proporcionando una dirección más suave y confortable, lo que hace que la conducción de los vehículos con este sistema sea más segura tanto para el conductor como para los peatones.

Según la norma NTE INEN el artículo 084 indica que todos los vehículos deben poseer vidrios correctamente fabricados y diseñados. En cuanto al parabrisas es un elemento traslúcido hecho de cristal laminado que aporta resistencia estructural en el vehículo y es clave en el caso de vuelco para evitar el hundimiento del techo, protege a los pasajeros contra el viento y objetos del exterior sin limitar la aerodinámica del vehículo, cabe destacar que el mayor porcentaje de información que el conductor recibe es a través del parabrisas.

Este elemento que protege a los pasajeros filtrando más del 90% de los rayos UV (ultravioleta) es de vital importancia en el sector automotriz y debe ser siempre de la mejor calidad, en caso de que el parabrisas tenga un ligero golpe, orificio o este afectada su estructura, debe ser cambiado de manera inmediata ya que este no funciona de manera óptima.

En cuanto a los cinturones de seguridad según el artículo 2675 de la norma NTE INEN, deben estar incorporados en todos los vehículos comercializados en el Ecuador, un cinturón de

seguridad para todos los asientos del vehículo. Mínimo de tres puntos de anclaje en los asientos delanteros y de dos puntos en los asientos posteriores. El cinturón de seguridad es una banda fabricada en un tejido muy resistente, no es elástico, pero si puede ser extensible, consiste en una banda anclada en uno o en dos puntos y tiene un broche y una hebilla para aflojar.

Este elemento tiene como objetivo mantener en su lugar a todos y cada uno de los pasajeros del vehículo en caso de una frenada brusca o un accidente de tránsito. De acuerdo con la OMS (la Organización Mundial de la Salud) el utilizar correctamente el cinturón de seguridad reduce drásticamente la posibilidad de salir expulsado del automóvil y de sufrir heridas fatales entre un 40% y 65%. A continuación, se mencionan varias razones por las cuales se debe utilizar el cinturón de seguridad:

- Es obligatorio según la ley del país
- Evita que los ocupantes salgan disparados del vehículo
- Protege a los ocupantes en caso de choques o vuelco
- Trabaja en conjunto con las bolsas de aire
- Aumenta la posibilidad de salir ileso

En cuanto a las bolsas de aire el artículo 2706 de la norma NTE INEN es muy específico al indicar que todos los vehículos deben tener por lo menos dos bolsas de aire frontales, estos son elementos de seguridad pasiva que van colocados frente al conductor y pasajeros, dicha bolsa se infla con un gas en fracción de segundos en caso de un accidente para proteger al conductor y pasajeros. Las bolsas de aire constan de; detectores de impacto, dispositivos de inflado y de bolsas de nylon. Hay varios tipos de bolsas de aire, a continuación, se mencionan algunos:

- Bolsa de aire frontal
- Bolsa de aire lateral

- Bolsa de aire de rodilla
- Bolsa de aire de cortina
- Bolsa de aire central
- Bolsa de aire posterior
- Bolsa de aire para peatones

Las bolsas de aire se consideran junto a los cinturones de seguridad, como los mejores elementos de seguridad para disminuir el daño o las lesiones causadas en un siniestro. Cabe destacar que los fabricantes recomiendan cambiar las bolsas de aire después de los diez años.

**2.2.2.1. Certificación de Productos Revisados por la Normativa INEN.** Dicha normativa no solo tiene participación en el sector automotriz, más bien muchos productos deben constar con una certificación especial para su posterior comercialización en el país y para tener una leve referencia de cuáles son esos productos y entender el alcance que tiene la normativa INEN se los mencionan a continuación:

- Vehículos.
- Frigoríficos y electrodomésticos de cocina.
- Estufas y estufas.
- Neumáticos.
- Generadores eléctricos.
- Textiles, prendas de vestir, calzado y accesorios.
- Ciertos materiales de construcción, como cemento Portland, barras de acero, tubos y tuberías.
- Ciertos componentes automotrices como vidrios de seguridad, bujías y pastillas de freno.
- Líquidos y lubricantes para frenos de automóviles.



- Vajillas y utensilios de cocina de cerámica.
- Anticonceptivos.
- Productos alimenticios.
- Juguetes.
- Cosméticos y artículos de cuidado personal.
- Limpiando suministros.
- Aficionados.
- Lavadoras y secadoras.
- Tuberías y accesorios para tuberías.
- Alambres.
- Válvulas.
- Radios, televisores y computadoras.
- Joyas y artículos elaborados con perlas y metales preciosos.
- Bolsos, maletines, mochilas.
- Decoraciones de navidad.

**2.2.2.2. Acreditación.** La Organización Ecuatoriana de Acreditación (SAE) es el organismo oficial de acreditación en Ecuador. La SAE certifica y reconoce laboratorios acreditados y organismos de normalización acreditados. Los certificados de conformidad presentados al INEN deben ser validados y aprobados por el SAE.

En Ecuador, la creciente producción y el mercado de vehículos son un reflejo de lo que sucede a nivel mundial.

En el país se comercializan varios tipos de vehículos dependiendo de su uso o consumidor final. En la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1021 1983-4, la clasificación es de acuerdo con varios criterios, por ejemplo, considerando el tipo de vehículo.

### ***2.2.3. Sistemas de Seguridad de los Modelos D-Max y Tahoe de Chevrolet***

La Chevrolet Tahoe 2020 es un vehículo con un carácter audaz e intrépido que se adapta a todas las necesidades de una familia.

El nuevo Tahoe viene en versiones LS, LT, RST, Premier y High Country que funcionan con tracción en dos y cuatro ruedas. Una edición Z71 es exclusiva del segundo grupo y ofrece su propio toque único que le permite adaptarse a todo tipo de terreno.

El modelo estándar para el grupo incluye persianas activas superiores aerodinámicas, rieles brillantes montados en el techo, luces LED delanteras y traseras y escalones de asistencia negros texturizados. Este modelo también cuenta con tonos de pintura como Cherry Red Tintcoat y Gray Wood Metallic, además de ruedas de aluminio pintadas en plata que varían en tamaño de 18 a 22 pulgadas.

Los modelos más altos, por otro lado, agregan comodidades como rieles negros en el techo, una puerta trasera eléctrica manos libres y espejos eléctricos con calefacción. Sin mencionar que se ha construido una fascia delantera elevada especialmente para el Z71.

Este SUV ofrece tres configuraciones de motor, comenzando con un V-8 básico de 5.3 litros junto con administración dinámica de combustible y tecnología de arranque y parada. Esta unidad se acopla a una transmisión automática de 10 velocidades y es capaz de generar 355 caballos de fuerza y 383 libras-pie de torque.

Las opciones debajo del capó se extienden a un motor turbodiésel Duramax de 3.0 litros que genera 277 caballos de fuerza y 460 libras-pie de torque, mientras que un V-8 de 6.2 litros coincide con este último, pero aumenta la potencia a 420.

El Chevy Tahoe tiene un gran impacto gracias a los neumáticos de pared negra de 18 pulgadas para todas las estaciones, la asistencia de arranque en pendientes, una suspensión suave y control de estabilidad y tracción. También engancha equipos de remolque reforzados por una plataforma de enganche y un software de guía.

Los niveles superiores mejoran el desempeño con un juego de neumáticos de cuatro estaciones más grandes y control de conducción magnético. Las ediciones con tracción en las cuatro ruedas también obtienen su parte de hardware mejorado, que incluye una suspensión neumática adaptativa, neumáticos todo terreno, control de descenso de pendientes y una caja de transferencia de una o dos velocidades con resistencia al deslizamiento.

Este SUV está repleto de comodidades modernas y acogedoras. Un organizador de carga configurable, volante forrado en cuero, asientos individuales de tela ajustables eléctricamente y aire acondicionado automático de tres zonas son solo algunas de sus amplias ofertas. También presenta una pantalla táctil a color de 10.2 pulgadas que admite la integración de teléfonos inteligentes, los servicios satelitales SiriusXM y un punto de acceso Wi-Fi. Además, la cabina es ideal para multitudes más grandes, incluidos hasta nueve pasajeros y 122.9 pies cúbicos de carga.

Las comodidades disponibles para la línea van desde asientos con control de temperatura y volante con calefacción hasta salidas de temperatura traseras y tapicería de cuero. Mientras tanto, los retoques multimedia incluyen un sistema de audio Bose mejorado, servicios de navegación y una plataforma de carga inalámbrica.

El Chevy Tahoe 2020 presenta un conjunto de seguridad compuesto por los siguientes elementos:

- Con siete bolsas de aire
- Un sistema de seguridad con inmovilizador del motor
- Alerta de colisión frontal y una pantalla de cámara trasera HD
- Sistema “Teen Driver” que monitorea los hábitos y el desempeño de los conductores jóvenes detrás del volante
- Sensores de estacionamiento delanteros y traseros
- Visión envolvente HD
- Advertencia de cambio de carril
- Alerta de peatones traseros
- Un asiento de alerta de seguridad que envía señales direccionales de choque
- Una pantalla de visualización frontal de 15 pulgadas también está disponible

En cambio, la Chevrolet Dmax del 2020 es un vehículo orientado al trabajo duro con un motor de 2.5 litros turbo Diésel, vienen en cabina sencilla, cabina doble, tracción en dos ruedas y doble tracción. Aunque no tiene tantos accesorios como la Tahoe, cuesta menos de la mitad, pero brinda el confort de cualquier carro moderno, con vidrios eléctricos, dirección hidráulica, aire acondicionado, asientos retractiles pantalla táctil y otros accesorios. En cuanto a los sistemas de seguridad, la Dmax lleva integrado los siguientes:

- Alarma de cinturón de seguridad para el conductor
- Alarma y bloqueo central
- Anclaje de seguridad ISOFIX
- Asistente de arranque en pendiente

- Asistente de descenso
- Bolsa de aire para el conductor y pasajero
- Barras de protección en puertas laterales
- Chasis de alta resistencia
- Cinturones de seguridad de tres puntos ajustables en altura
- Cinturones de seguridad posteriores de tres puntos
- Control electrónico de estabilidad
- Columna de dirección colapsable
- Control de tracción
- Frenos ABS con EBD
- Seguro de niños en puertas posteriores
- Tercera luz de freno

Está muy claro que ambos vehículos tanto la Chevrolet Dmax como la Tahoe son vehículos muy cómodos en cuanto a accesorios y son muy seguros en relación a todos los sistemas de seguridad tanto activa como pasiva que vienen integrados en los mismos.

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Seguridad**

La seguridad generalmente se define como la ausencia o falta de peligro, daño o riesgo. También es la percepción de confianza que se tiene de alguna situación o de alguien. El concepto de Seguridad se deriva del latín "securitas" que, a su vez, proviene del adjetivo "securus", el cual está compuesto por sé (sin) y cura (cuidado o preocupación), lo que significa sin temor o sin preocupación (Fernández P. , 2019).

De este concepto derivan muchos otros, "como los de Seguridad Ciudadana, Seguridad Pública, Seguridad Privada, Seguridad Social, Seguridad en el Trabajo, Seguridad Industrial, Seguridad Ambiental, Seguridad Alimentaria, Seguridad Jurídica, etcétera" (Frigo, 2020).

Por tanto, cuando la palabra seguridad se utiliza de modo adjetival que indica que un dispositivo, mecanismo, elemento o sistema está diseñado para evitar riesgos o garantizar el buen funcionamiento. Un claro ejemplo de eso es el cinturón de seguridad.

### **2.3.2. Normativa INEN**

"El INEN está reconocido por la sociedad ecuatoriana como competente en la ejecución de los procesos establecidos en el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, satisface la demanda nacional en los campos de la Normalización, Reglamentación, Metrología y Evaluación de la Conformidad, contribuyendo al mejoramiento de la competitividad, de la salud y seguridad del consumidor, la conservación del medio ambiente y la promoción de una cultura de la calidad para alcanzar el buen vivir" (INEN, 2015).

### **2.3.3. Categoría de Vehículos Livianos Chevrolet**

Un vehículo liviano es todo vehículo motorizado diseñado originalmente para el transporte de personas. Se incluyen en esta definición, las camionetas o pick ups livianas o furgonetas con un peso menor a 2 700 kg y que son derivadas de vehículos que fueron originalmente diseñados para el transporte de pasajeros (Finders, 2021).

En vista que la marca Chevrolet es la que más se vende a nivel nacional, con diferentes modelos, marcas y precios, vamos a analizar que sistemas de seguridad posee cada vehículo tanto la Dmax como la Tahoe de la línea de livianos y así saber que tan seguros son al momento de conducirlos.

### 2.3.4. Modelos Dmax y Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020

A continuación, en las tablas 1, 2 y 3 se mencionan características relevantes y específicas de los vehículos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet del 2020 a manera comparativa.

**Tabla 1**

*Modelos Dmax y Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020*

DMAX	TAHOE
<p>Inspirado en la potencia, el rendimiento y la tecnología de la familia D-Max, presenta: la D-Max Hi-Ride, una camioneta tan versátil como su estilo de vida. D-Max Hi-Ride tiene todo para no solo trabajar, sino también encontrar nuevas aventuras, disfrutar de viajes familiares o recorridos por la ciudad (Chevrolet, 2021).</p>	<p>El nuevo Tahoe combina flexibilidad y tecnología avanzada. Con un compartimento hasta un 30% más grande y espacioso para que lleve todo lo que se necesite. El SUV perfecto para cualquier viaje por carretera que se desee explorar, con más potencia, rendimiento y un diseño atrevido que es difícil pasar por alto (Chevrolet, 2021).</p>




---

**Fuente:** (Chevrolet, 2021)

**Tabla 2***Seguridad del Modelo Tahoe de la Marca Chevrolet del 2020*


---

<i>Seguridad</i>
7 bolsas de aire: Airbag conductor y pasajero delantero, cortinas, lateral y central entre sillas delanteras
Frenos ABS y EBD con discos de 17"
Asistente de frenado hidráulico
Asistente de frenado de emergencia
Detector de peatón delantero
Detector de peatón posterior
Freno de mano eléctrico
Cinturones de seguridad retractiles de 3 puntos
Seguro de niños en puertas posteriores de accionamiento electrónico
Sistema Latch para anclaje de silla porta bebé
Sensor de asistencia para parqueo con alarma auditiva
Sistema de monitoreo de presión de neumático
Sensor de colisión frontal
Sensor de cambio de carril
Control de estabilidad (ESC)
Control de tracción (TCS)
Asistencia de indicador de distancia con obstáculo delantero
Asistencia de arranque en pendiente (HSA)
Asistente de control de descenso (HDC)
Control de crucero electrónico

---

Fuente: (Chevrolet, 2021)



**Tabla 3***Seguridad del Modelo D-MAX de la Marca Chevrolet del 2020*

---

Seguridad Incorporada en Chevrolet Dmax 2020
Bolsa de aire para conductor y pasajero
ChevyStar
Bloqueo central
Chasis de alto rendimiento
Columna de dirección colapsable
Barras de protección de puertas laterales
Cinturones de seguridad delanteros de 3 puntos
Cinturones de seguridad posteriores de 3 puntos
Desempañador vidrio trasero
Sistema de frenos ABS
Sistema ESP
Cámara de retro y sensor de proximidad

---

Fuente: (Chevrolet, 2021)

## Capítulo III

### 3. Calificación y Pruebas en los Sistemas de Seguridad

#### 3.1. NHTSA Valoraciones de Prueba de Choque Frontal al vehículo Chevrolet Tahoe 2020

NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) califica a los vehículos con prueba de choque asignándoles de una a cinco estrellas, con cinco estrellas que indican la mayor protección contra lesiones y una estrella que indica la menor protección (AutoBlog, 2020).

#### Figura 5

*Calificación de la Seguridad de la Chevrolet Tahoe 2020*

---

Driver's	★★★★★	Passenger's	★★★★★
Overall Front	★★★★★	Overall Side	★★★★★
Overall Rollover Rating	★★★★★	Overall	★★★★★
Side - Pole	★★★★★	Side Barrier Rating Driver	★★★★★
Side Barrier Rating Passenger Rear Seat	★★★★★	Side - Barrier	★★★★★
Side - Pole Barrier combined (FRONT)	★★★★★	Side - Pole Barrier combined (REAR)	★★★★★

---

Fuente: (AutoBlog, 2020).

#### 3.2. Elementos de Seguridad Integrados en la Chevrolet Tahoe 2020

En cuanto a la seguridad la Chevrolet Tahoe 2020 integra los siguientes elementos:

- Frenos antibloqueo
- Control de estabilidad
- Bolsas de aire de impacto frontal
- Bolsas de aire de impacto lateral
- Bolsas de aire de techo

- Pretensores
- Sistemas de seguridad contra robo

### ***3.2.1. Frenos Antibloqueo***

Los frenos ABS detectan automáticamente cuando una llanta ha dejado de girar bajo un frenado extremo y modularán la presión del freno para permitir que la llanta gire. Esto aumenta la habilidad del vehículo para girar mientras frena.

### ***3.2.2. Control de Estabilidad***

El control de estabilidad detecta automáticamente cuándo se han excedido los límites de manejo del vehículo y reduce la potencia del motor y/o aplica los frenos seleccionados para ayudar a evitar que el conductor pierda el control del vehículo.

### ***3.2.3. Bolsas de Aire de Impacto Frontal***

Las bolsas de aire de impacto frontal para el conductor y el pasajero se han diseñado para proteger la cabeza durante un choque frontal.

### ***3.2.4. Bolsas de Aire de Impacto Lateral***

Las bolsas de aire de impacto lateral para los asientos delanteros se han diseñado para proteger el torso durante una colisión de impacto lateral.

### ***3.2.5. Bolsas de Aire de Techo***

Los airbags de cabeza se utilizan para proteger la cabeza de los ocupantes en caso de colisión lateral o volcadura.

### ***3.2.6. Pretensores***

Los pretensores de los cinturones de seguridad aprietan automáticamente los cinturones de seguridad para colocar al ocupante en la posición de asiento óptima durante una colisión.

### ***3.2.7. Sistema de Seguridad Contra Robo***

El vehículo está equipado con un medio para anticipar y/o detectar la intrusión no deseada del vehículo. El vehículo está equipado con un dispositivo de desactivación de encendido que evitará que el motor arranque si no se utiliza la llave original del fabricante (AutoBlog, 2020).

### **3.3. Euro NCAP**

Euro-NCAP (European New Car Assessment Programme, "Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos") es un programa de seguridad para automóviles apoyado por varios gobiernos europeos, muchos fabricantes importantes y organizaciones relacionadas con el sector automoción de todo el mundo. Es un proyecto hermanado con EuroRAP, para la mejora y clasificación de las carreteras de Europa (Motorpasion, 2020).

#### ***3.3.1. Medición del Euro NCAP***

Euro-NCAP realiza pruebas de seguridad pasiva en automóviles nuevos entregando una clasificación en estrellas basada en el comportamiento del automóvil en pruebas de impacto frontal y lateral. En los últimos años se ha incorporado una prueba de medición de seguridad de niños a bordo, así como de peatones en caso de atropello. Hasta 2009, ambas se medían también con puntos y en estrellas. Desde entonces, se publicará únicamente un porcentaje de efectividad en cada área (Bazante, 2020).

El programa Euro-NCAP valora diferentes aspectos a continuación se mencionan los más relevantes:

- Impacto frontal
- Impacto lateral
- Impacto trasero
- Protección infantil

- Protección de peatones

**Tabla 4**

*Condiciones para Pruebas de Impacto Según Programa EuroNcap*

Condiciones para pruebas de impacto y choque	
Prueba de impacto frontal	Se realiza a 64 km/h contra barrera deformable
Prueba de impacto lateral	Se realiza a 50 km/h contra barrera móvil
Prueba complementaria de impacto lateral	Se realiza a 29 km/h contra bola metálica
Pruebas de protección de peatones	Se realiza a 40 km/h
Pruebas de vuelco	No las realiza el programa EuroNcap

La prueba de impacto frontal es de tipo descentrado (off-set), y se realiza a 64 km/h contra una barrera deformable. La prueba de impacto lateral estándar se realiza a 50 km/h contra una barrera móvil. La prueba complementaria de impacto lateral contra un poste para medir la protección de la cabeza del conductor se realiza a 29 km/h moviendo la plataforma sobre la que se sitúa el automóvil contra una bola metálica. Las pruebas de protección de peatones se realizan a 40 km/h. El Euro-NCAP no realiza pruebas de vuelco ante un accidente como se muestra en la tabla 4 (Motorpasion, 2020).

### **3.3.2. Categorías Euro NCAP**

Como no se pueden comparar los resultados de las pruebas de automóviles muy distintos, Euro NCAP define varias categorías, dichas categorías incluyen vehículos de diferentes tamaños, gamas y marcas, para tener una referencia de los tipos de vehículos que el programa Euro- NCAP tiene en cuenta para realizar las diversas pruebas de choque, se mencionan varios de ellos:

- Supermini ("Automóviles pequeños") - Incluye a turismos del segmento A y del segmento B, y a algunos monovolúmenes, como el Nissan Note, el Opel Meriva y el Fiat 500L.
- Small Family Car ("Automóviles medianos") - Incluye a turismos del segmento C, y a algunos del segmento B, como el Dacia Logan, el Volkswagen Golf y el Mercedes-Benz Clase A.
- Large Family Car ("Automóviles grandes") - Incluye a turismos del segmento D, y algunos del segmento C, como el Citroën C4 Picasso, el Audi Q5 y el Volvo S60.
- Executive ("Automóviles de lujo") - Incluye a turismos del segmento E.
- Small MPV ("Monovolúmenes medianos") - Incluye a monovolúmenes de los segmentos B y C y a furgonetas pequeñas.
- Large MPV ("Monovolúmenes grandes") - Incluye a monovolúmenes del segmento D.
- Roadster sports ("Deportivos") - Incluye a automóviles deportivos asequibles con carrocería descapotable.
- Small Off-Road 4x4 ("Todoterrenos medianos") - Incluye a todoterrenos de los segmentos C y D.
- Large Off-Road 4x4 ("Todoterrenos grandes") - Incluye a todoterrenos de los segmentos D, E y F, y al Jeep Cherokee.
- Pick-up ("Pickups") - Incluye a pickups medianas.

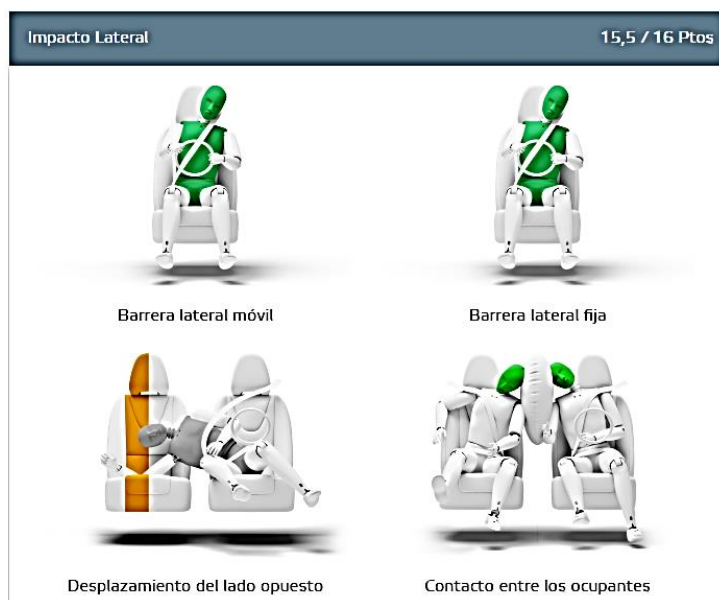
Cabe mencionar que la Chevrolet Dmax modelo doble transmisión entra en la categoría de Small Off-Road 4x4 ya que es un vehículo todoterreno mediano, y el programa Euro-Ncap si realiza las pruebas de choque en este vehículo, pero se lo conoce en otros países como la Isuzu Dmax y la puntuación que recibió fue de cinco estrellas.

**Figura 6***Cinturón de Seguridad en Ocupante Adulto*

Fuente: (EuronCap, 2020)

**Figura 7***Impacto Frontal de la D-Max*

Fuente: (EuronCap, 2020)

**Figura 8***Impacto Lateral de la D-Max*

Fuente: (EuronCap, 2020)

**Figura 9***Impacto Trasero de la D-Max*

Fuente: (EuronCap, 2020)

En la última ronda de pruebas de choque realizadas por el Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos (Euro NCAP), el Isuzu D-Max 2020 obtuvo cinco estrellas en la



clasificación de seguridad de las pruebas de choque (Sandoval Villamar & Gómez Berrezueta, 2022).

La camioneta se probó a 64 km/h y recibió un total de 32.2 puntos en protección de ocupantes adultos como se indica en la figura 6, que es del 84 % en la evaluación, y obtuvo una calificación aún más alta de 42.2 puntos o 86 % de protección en seguridad de ocupantes infantiles.

En lo que respecta a la seguridad de los peatones, el D-Max ha obtenido una calificación de 37.6 puntos, lo que representa un 69 % en la evaluación (CarAndBike, 2020).

El vehículo Chevrolet D-Max también está equipado con una serie de funciones de asistencia al conductor y Euro NCAP le ha otorgado 13.4 puntos, lo que representa una evaluación del 83 % para las funciones de asistencia de seguridad.

El informe también establece que el compartimiento de pasajeros es estable en la prueba de choque frontal compensado tal como se visualiza en la figura 7.

La protección general del cuerpo de los maniqués de prueba también se calificó como segura, sin embargo, la protección para las rodillas del conductor se calificó como débil.

Algunas áreas en su parte superior también muestran una gran deformación y puntuaron un poco menos en la protección del vehículo opuesto en caso de un impacto frontal. El reposacabezas cumple de manera eficiente su función en proteger a los pasajeros del efecto latigazo tal como se muestra en la figura 9.

Junto con las bolsas de aire frontales y laterales que son accionadas en fracción de segundos de la forma que se detalla en la figura 8, el D-Max también cuenta con bolsas de aire centrales que funcionaron bien para proteger la interacción entre ocupantes, brindando una buena protección a las cabezas de los ocupantes delanteros (Parashar, 2020).

### **3.4. Prueba en el Sistema ABS, Revisión de los Sensores y Búsqueda de fallos**

Como el título de este capítulo indica aparte de mencionar las pruebas y clasificación de los programas encargados de los test de choque, también se destacan varias pruebas en los sistemas de seguridad que son de vital importancia, una de esos sistemas el ABS, por ende, se van a mencionar varias de las pruebas en este sistema de seguridad y los pasos a seguir para poder realizarlas correctamente (Ivanov, 2015).

Por regla general, una avería en uno de los sistemas de freno ABS/ASR/ESP precede a la comprobación de los sensores del número de revoluciones de las ruedas (Hella, 2020). Después de encenderse el piloto de advertencia se ofrece las siguientes posibilidades para buscar fallos y para la diagnosis:

- Leer la memoria de averías
- Con el multímetro y el osciloscopio, comprobar las tensiones de suministro y las señales
- Control visual del cableado y de las piezas mecánicas

#### **3.4.1. Función del Equipo de Diagnosis**

- Leer la memoria de averías
- Evaluar los parámetros
- Comparar y evaluar las señales de cada uno de los sensores de velocidad de las ruedas.

Para estos diagnósticos y revisiones se utilizan los siguientes equipos:

- Multímetro: Voltímetro (comprobar la alimentación de corriente)
- Ohmímetro: Comprobar la resistencia interna (en los sensores activos no puede realizarse una medición de la resistencia interna)
- Osciloscopio: Representación de la señal (evaluación del desarrollo de la señal)

### ***3.4.2. Procedimiento para el Diagnóstico con Escáner***

Comencemos con una serie de pasos comunes para el manejo del escáner, independientemente de la marca o modelo. Es importante comentar que, si un escáner cuenta con los siguientes modos clave, puede considerarse que se trata de un equipo de buena calidad: Datos operacionales, Diagnóstico y borrado de códigos, Directorio de literatura de servicio, Pruebas operacionales y Módulo de actualización.

### ***3.4.3. Conexión del Escáner***

El primer paso consiste en preparar y configurar adecuadamente el escáner con los datos del vehículo que se va a diagnosticar. Independientemente del tipo de escáner, en la mayoría se aplican los mismos pasos. La comunicación entre el escáner y la computadora del vehículo requiere del cable adecuado y de que se conecte correctamente. El puerto que se utiliza en estos vehículos es el OBD II y va ubicado por lo general en la parte de abajo del volante como se muestra en la figura 10.

#### **Figura 10**

*Diagnóstico y Servicio ABS*



Fuente: (Parashar, 2020).

#### ***3.4.4. Como Probar un Sensor ABS con Multímetro***

- Utilizar un gato para levantar la parte trasera del coche hasta una posición segura y lo coloca en soportes de gato. Coloque los bloqueos de las ruedas alrededor de los neumáticos delanteros. Retire las ruedas traseras para probar los sensores de velocidad del ABS (para EUA).
- Localice el punto en el que el mazo de cables eléctricos del motor se encuentra con el mazo de cables eléctricos del sensor. Normalmente se fija junto a la cubierta del amortiguador en la rueda delantera y en los amortiguadores traseros y se asegura alrededor de ellos.
- Utilizando la carraca de 6 mm y un troquel de 8-10 mm, que normalmente se fija al protector térmico de la pinza, saque el sensor de donde se encuentra.
- Compruebe el extremo del sensor. Si al final parece una gran bola de pelo, hay muchas impurezas que afectarán al sensor.
- Pulverizar el sensor con limpiador de frenos y limpiar la suciedad. La contaminación en el sensor puede enviar señales falsas a la computadora.
- Desconecte el juego de cables del motor del juego de cables del sensor. Ponga el voltímetro en "Ohm" y conecte los terminales positivo y negativo a la entrada y salida del sensor. Si el voltímetro registra un valor infinito, el sensor está dañado y debe ser reemplazado.
- Vuelva a poner el voltímetro en "Volt" si no registra un valor infinito en el ajuste de Ohm. Si lee una lectura de voltaje superior a 5 voltios, el sensor comenzará a dañarse y puede causar problemas intermitentes. Si el voltímetro lee menos de 5 voltios, compruebe que

los disparadores del sensor no tengan corrosión y revise las conexiones eléctricas que conducen a los disparadores.

- Por regla general, los fabricantes extranjeros de automóviles se refieren al ordenador de a bordo como ECM y los fabricantes nacionales de automóviles como CBO (Sensores de presión, 2020). En el capítulo 4 se detalla con imágenes y texto más información sobre este procedimiento.

#### ***3.4.5. Precauciones a Tener en Cuenta***

Preste especial atención al cableado eléctrico del sensor. Si no coloca correctamente el juego de cables, no se ajustará correctamente al sensor de velocidad del ABS. Podría quedar atrapado en el eje, la pinza de freno, el rotor, la carcasa de la columna u otros componentes de la rueda.

#### ***3.4.6. Reemplazar Unidad de Control AIRBAG***

Al reemplazar la unidad de AIRBAG, en muchos casos suele ser necesario codificar la nueva unidad, para lo que necesitaremos un equipo de diagnóstico capaz de realizar esta tarea, además de conocer los parámetros a codificar. Si la unidad de control averiada responde al equipo de diagnóstico, lo más sencillo es acceder a esta unidad y anotar todos los parámetros antes de desconectarla, para posteriormente codificar la nueva unidad (Da Silva & Amaral, 2019).

También existen sistemas, unidad de control y/o equipo de diagnóstico, que cuentan con la función “Reemplazar unidad de control”. Esta función copia los parámetros necesarios en el equipo de diagnóstico, para posteriormente registrarlos en la nueva unidad. Personalmente, aunque haga uso de esta herramienta, yo siempre anoto los parámetros necesarios, porque si se produce cualquier inconveniente y pierdes los parámetros, te puedes ver con una unidad que eres incapaz de codificar (González V. , 2019).

### ***3.4.7. Reparación del Airbag, Comprobación de Diagnóstico del Sistema y Búsqueda de Fallos***

En términos generales debe tenerse en cuenta que las tareas que deban realizarse en el sistema airbag solamente deben ser efectuadas por personal cualificado, debidamente formado (Hella, 2020).

También es importante respetar todas las prescripciones legales y las indicadas por el fabricante del vehículo. Estas mismas normas deben aplicarse a la hora de deshacerse de los airbags viejos o de aquellos que ya hayan sido activados. Se recomienda formar a todos los trabajadores del Taller ya que, aunque muchas tareas que no están relacionadas necesariamente con el airbag, a veces es necesario desmontar el airbag o el tensor del cinturón. Por ejemplo, en las labores relacionadas con el tablero de instrumentos.

Al igual que en las tareas de buscar fallos y realizar diagnóstico en otros sistemas, también aquí deberá comenzarse con una inspección visual. En dicha inspección deberá comprobarse si alguna pieza visible del sistema airbag presenta algún daño y si las conexiones de los contactos están unidas correctamente. Una causa de fallo bastante común es una mala conexión a los tensores del cinturón o a los airbags laterales en los asientos delanteros. Debido al movimiento hacia delante y hacia atrás de los asientos, las conexiones se sueltan y se producen resistencias en la transferencia. El cable espiral también representa un punto débil. Debido a la exigencia que le supone cada movimiento del volante puede producirse algún fallo. En cualquier caso, siempre será necesario un equipo de diagnóstico. Si a través de una inspección visual se detecta una conexión deficiente, deberá borrarse la memoria de averías mediante el equipo de diagnóstico (Hella, 2020).

Si no se detecta ninguna deficiencia mediante una inspección visual, deberá consultarse la memoria de averías utilizando una máquina de diagnóstico. Los fallos que aparezcan en el sistema

pueden ser detectados normalmente por el propio autodiagnóstico y se almacenarán en la memoria de averías.

Si en la memoria de averías se registra alguno de los siguientes fallos:

- Señal deficiente
- Señal demasiado pequeña / demasiado grande

Puede deberse posiblemente a una avería en el cable, En tal caso pueden revisarse, por medio de un multímetro:

- Las conexiones de los cables entre los sensores
- La unidad de control para comprobar la conexión a masa y la continuidad

Para localizar los sensores y las conexiones con enchufe, así como la ocupación de los pines en la unidad de control, se necesitan planos de conexión e instrucciones específicas del fabricante. Básicamente debe tenerse en cuenta que la batería del vehículo esté desconectada y que tanto los sensores como la unidad de control estén también separados del mazo de cables. No deberá utilizarse ningún adaptador "fabricado por uno mismo" (como p.ej. un clip de oficina torcido) para conectar los cables de comprobación con los enchufes. Dichos "adaptadores" podrían dañar los sensibles contactos y podrían producir, de manera involuntaria, nuevos fallos. Se recomienda utilizar puntas de prueba especiales que se ajusten a los contactos del enchufe, con el fin de garantizar que se establece un contacto adecuado (Hella, 2020).

## Capítulo IV

### 4. Importancia de los Sistemas de Seguridad Integrados en la Dmax y Tahoe Destacando los Resultados de las Pruebas en el Sistema ABS

#### 4.1. Importancia de los Sistemas de Seguridad Activa y Pasiva de la Chevrolet Tahoe y la Dmax del 2020

##### 4.1.1. Equipamiento de Airbags en la Chevrolet Tahoe 2020

Como ya se mencionó previamente el vehículo Chevrolet Tahoe incorpora siete bolsas de aire como se ilustra en la figura 11, una para el conductor, una para el copiloto, tiene cortinas laterales y centrales entre sillas delanteras. A diferencia del vehículo Chevrolet Dmax que incorpora dos bolsas de aire una para el conductor y otra para el pasajero delantero, el accionamiento de las mismas se ilustrado en la figura 12. Por ende, ambos vehículos son seguros con la diferencia de que la Tahoe tiene mayor cantidad de bolsas de aire lo que aumenta la posibilidad de supervivencia de los pasajeros, a continuación, mencionaremos la importancia de los airbags:

- Son de vital importancia ya que están diseñadas para amortiguar, disminuir o atenuar el golpe del cuerpo de los pasajeros y conductor del vehículo, contra el volante, el parabrisas o algún otro objeto, en el caso de una colisión.
- Ambos vehículos obtuvieron un puntaje excelente en las respectivas pruebas, la diferencia era la categoría en que se las clasifica. Cabe destacar que las bolsas de aire se inflan aproximadamente en 0.03 segundos.
- Reducen el riesgo de muerte en un 28 a 35% y solo se puede activar una vez, luego deben ser reemplazados.



Hay varios motivos por lo que los airbags no pasan los diagnósticos normales y la luz de advertencia en el tablero de instrumentos se encienden. Las fallas más comunes de los airbags son las siguientes:

- Hilos rotos y dañados.
- Oxidación por contacto.
- Fusibles quemados.
- Agotamiento del recurso de los actuadores (la vida útil de los detonadores es de 8 a 10 años, después de lo cual se reemplazan).
- Daño o humedad de los sensores de impacto.
- Mal funcionamiento de la unidad de control.
- Recuperación tras la operación (sustitución de cojines usados) sin limpiar la memoria de la centralita (MundiCoche, 2020).

### **Figura 11**

*Ubicación de Bolsas de Aire en la Chevrolet Tahoe*



Fuente: (Boronextrication, 2020)

## Figura 12

### Accionamiento de Bolsas de Aire Chevrolet Dmax



Fuente: (EuroNCAP, 2020).

#### 4.1.2. *Sistemas de Freno Asistido Presentes en la Chevrolet Tahoe y Dmax 2020*

Ambos vehículos cuentan con frenos ABS y EBD, se conoce que la función principal del sistema ABS es la de evitar que los frenos se bloqueen en caso de un frenado de emergencia para que el conductor no pierda el control del vehículo, a continuación, se menciona paso a paso cómo funciona este sistema y se indica la importancia del mismo:

- Lo hace primero con la señal que envían los sensores de rueda al módulo de control del sistema ABS cuando el conductor frena con fuerza en una emergencia
- El módulo activa los actuadores para reducir la presión ejercida sobre los frenos de una forma intermitente para así poder evitar que se bloqueen las ruedas, esto le da la capacidad al conductor de poder maniobrar en todo momento, en la figura 13 se ilustra el beneficio de este sistema.
- En cambio, el sistema EBD integrado en estos dos vehículos es un complemento al sistema ABS, el sistema EBD tiene la función de repartir la fuerza de frenado entre las

ruedas tanto delanteras como en las posteriores para así lograr obtener una frenada más eficiente al mismo tiempo que impide que el freno de una rueda específica se sobrecargue o se bloquee, mientras que las demás quedan sin efecto.

- Esto lo consigue calculando cual es el reparto adecuado de fuerza de frenado utilizando oportunamente los sensores del sistema ABS ya incorporados.
- Ambos vehículos han pasado las pruebas de frenado y reacción obteniendo un resultado preciso y eficaz a pesar del peso de los mismos.
- Según la NHTSA la Chevrolet Tahoe 2020 tiene una reacción eficiente en momentos de emergencia, algo parecido pasa con la Dmax 2020 la cual fue calificada con cinco estrellas por la Euro Ncap aludiendo que el tiempo de frenado es muy rápido y preciso a pesar de ser una camioneta de trabajo de gama media.

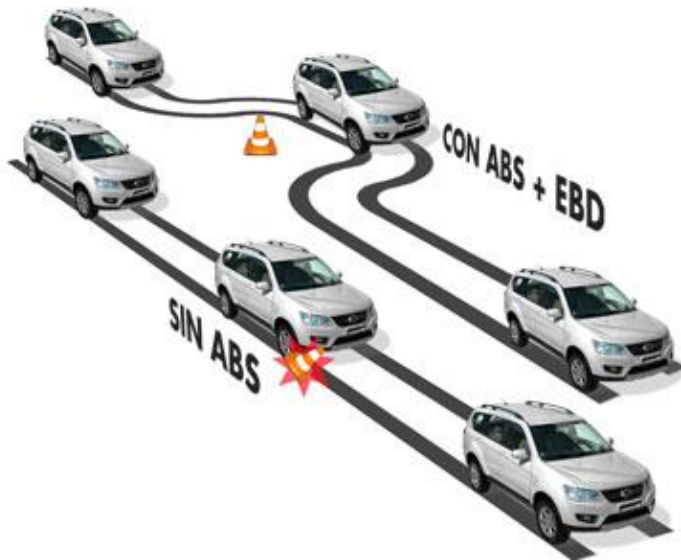
Los sistemas de frenos ABS han demostrado ser muy eficientes y útiles al momento de prevenir un accidente de tránsito, pero como todo sistema puede tener alguna falla, y las más comunes son las siguientes:

- Presencia de burbujas de aire en el circuito.
- Mala circulación del líquido de frenos.
- Pistones gripados.
- Fugas en los pistones.
- Averías en la centralita ABS o en la del coche.
- Fallos en las electroválvulas.
- Daños en los sensores.
- Cables rotos o en estado defectuoso.
- Acumulación de suciedad en los anillos.

- Indicación de avería errónea (LoctiteTeroson, 2020).

### Figura 13

*Diferencia de Reacción con sistemas ABS, EBD activado e inactivado*



Fuente: (Cristianporma, 2012)

#### **4.1.3. Importancia del Uso del Cinturón de Seguridad**

Como se mencionó previamente, la Chevrolet Tahoe lleva cinturones de seguridad de tres puntos retractiles al igual que la Dmax, estos cinturones de seguridad son objetos que tienen forma de arnés cuya función es la de asegurar el cuerpo de los pasajeros y el conductor al vehículo, los beneficios del uso del cinturón de seguridad son los siguientes:

- Brindan protección ante una frenada de emergencia o un accidente de tránsito.
- Evitan que el cuerpo salga proyectado o se golpee de manera que pierda la vida el conductor o algún pasajero.
- En el caso de un accidente de tránsito, las personas que lleven puesto el cinturón de seguridad tienen entre 3 a 6 veces más posibilidades de sobrevivir versus las personas que

no usen apropiadamente este dispositivo esencial. Estos datos se muestran de manera más precisa en la tabla 5.

- Al incorporar estos dos vehículos de la marca Chevrolet varios cinturones de seguridad los convierte en vehículos más seguros y de confianza para las personas que están pensando en adquirir alguno de ellos.

**Tabla 5**

*Porcentajes de Reducción de Lesiones por Accidentes al usar Cinturón de Seguridad*

Tipo de Lesión	Porcentaje de reducción de lesiones en conductor	Porcentaje de reducción de lesiones en pasajero
Lesiones al Cerebro	33%	56%
Fracturas de cráneo	18%	18%
Heridas faciales	45%	64%
Lesiones a los ojos	38%	40%
Fracturas faciales	6%	6%
Lesiones a los pulmones	33%	58%

Fuente: Compulsory Seat Belt Wearing, Report by Department of Transport, oct. 1985, UK

El cinturón de seguridad es uno de los sistemas de protección más sencillos, pero a la vez de gran importancia en el sector automotriz, pero como todo componente mecánico puede llegar a tener algún problema, a continuación, se mencionan las fallas más comunes de los cinturones de seguridad:

- Desbloqueo inercial.

- Falso enganche.
- Correas rasgadas o rotas.
- Falla del retractor.
- Mala geometría (Abogados de Accidentes, 2020).

#### ***4.1.4. Mecanismo de Columna de Dirección Colapsable***

Tanto la Chevrolet Tahoe como la Dmax incorporan una columna de dirección colapsable con el diseño señalado en la figura 14, este árbol de dirección consta de una serie de articulaciones y rotulas que dado el momento se deforman o se rompen logrando así que la columna se despliegue o avance sobre sí mismo, esta columna deformable inicia desde la parte inferior del vehículo hasta el volante. En los continentes americanos y europeos se han emitido ciertas normativas latentes para disminuir el daño en el conductor en caso de siniestro, teniendo en cuenta estas normativas se han establecidos los siguientes parámetros:

- En un choque frontal contra una barrera estática a una velocidad de 48.4 km/h, el desplazamiento del volante no debe superar los 12.7 cm.
- En la prueba de choque se utiliza un dummie a 24.2 km/h contra el volante y la fuerza de impacto no debe superar las 2500 libras.
- En el caso de un accidente de tránsito, esta columna deformable logra absorber el movimiento directo del volante hacia el pecho del piloto evitando así lesiones o la muerte.
- La intención al implementar este tipo de columna de dirección colapsable es la de salvar vidas, cientos e incluso miles al año, y los dos vehículos en cuestión cuentan con este mecanismo que es de vital importancia en el marco de la seguridad.

**Figura 14***Representación del Movimiento de la Columna de Dirección Colapsable*

Fuente: (Marinblog, 2014)

Como ya se mencionó la columna de dirección es de vital importancia para el correcto funcionamiento los vehículos. Teniendo esto en cuenta si algo no está bien con este elemento, se puede llegar a perder la capacidad de controlar la dirección debido a un daño en este componente, a continuación, se mencionan las fallas más comunes de la columna de dirección:

- Volante no centrado debido a bloqueo de la columna de dirección
- Componentes internos con desgaste o sucios
- Mal funcionamiento de la inclinación del volante
- Dificultad al girar

**4.1.5. Diferencia de Gama Entre la Chevrolet Tahoe y Dmax del 2020**

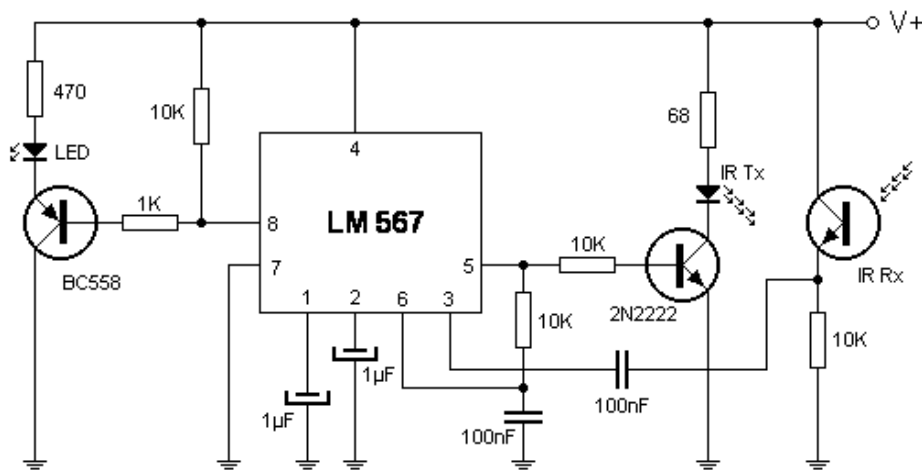
Aunque ambos modelos son de la misma marca, cabe resaltar que la gama, prestaciones y costos es muy diferente entre ambas, en tanto que la Chevrolet Dmax 2020 es un vehículo de gama media destinado al trabajo tanto de ciudad como de campo con un precio que va desde los \$29 000

hasta los \$45 000 en su versión más equipada, la Chevrolet Tahoe cuesta aproximadamente unos \$110 000 porque es un vehículo de gama alta, con muchos accesorios, mayores dimensiones y acabados más definidos, adicional a eso tiene más sistemas de seguridad integrados.

La Chevrolet Tahoe cuenta con detectores de peatón tanto delantero como posterior, este sistema es muy importante dado que detecta a los peatones que transitan muy cerca del vehículo y es probable que el conductor no los vea, el funcionamiento de este sistema consta de un radar ubicado en la rejilla delantera que va sincronizado con una cámara colocada detrás del espejo retrovisor del habitáculo. Cuando detecta una posible situación de emergencia, el sistema da el aviso al piloto por medio de una señal, ya sea visual o auditiva que se refleja en el tablero de instrumentos. Este sistema que no es común en los vehículos, es de vital importancia en el marco de la seguridad de los peatones, para evitar así atropellamientos y obviamente problemas legales para el conductor.

### Figura 15

#### *Sensor de Proximidad por Infrarrojos*



Fuente: (Electronicanet, 2018)

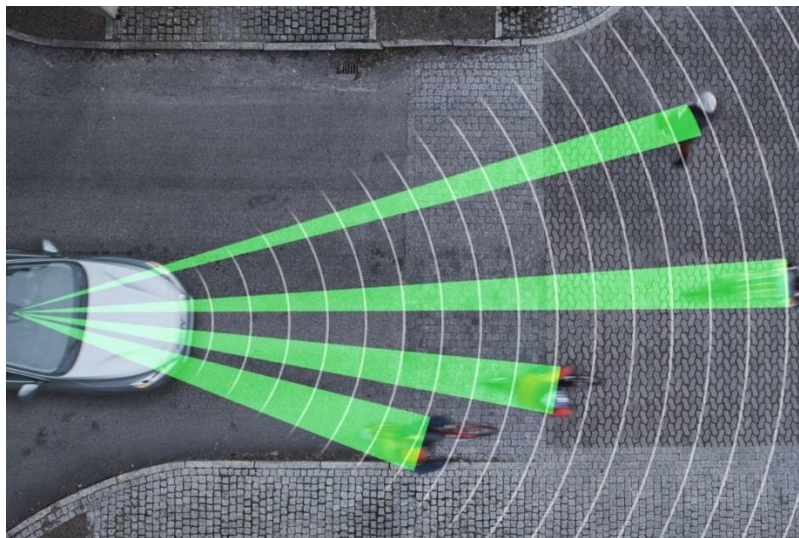


El funcionamiento del circuito en la figura 15 se basa en “emitir una ráfaga de señales luminosas infrarrojas las cuales al rebotar contra un objeto cercano se reciben por otro componente.

Al ser recibidas el sistema detecta proximidad con lo que el Led de salida se acciona (brilla)”. Cabe resaltar que el circuito integrado es un generador/decodificador de tonos que bien cumple con las necesidades de este diseño. Tanto el fotodiodo como el fototransistor deberán estar situados con unidades de enfoque adecuadas para mejorar el alcance. Con simples reflectores de Led se pueden obtener alcances del orden del metro. Con lentes convexas se pueden cubrir distancias de cinco metros. Esto fue diseñado con la intención de detectar peatones cerca del vehículo como se muestra en la figura 16. Es conveniente sacrificar algo de rango, pero colocar filtros UV y SUNLIGHT los cuales no dejan entrar al fototransistor (elemento receptor) los rayos del sol” (Electronicanet, 2018).

### **Figura 16**

*Ilustración de funcionamiento del Sistema de Detección de Peatones Delantero*



Fuente: (AutoActualidad, 2019)

#### ***4.1.6. Función del Sensor de Colisión Frontal Presente en la Chevrolet Tahoe del 2020***

La SUV Chevrolet Tahoe también integra un sensor de colisión frontal, este sistema advierte al conductor sobre una posible colisión frontal contra un vehículo que este adelante, este sistema de alerta de colisión frontal usa los sensores del radar y la cámara delantera para su funcionamiento y los beneficios son los siguientes:

- Brindar al piloto un rango mayor de detección.
- Este sistema muy peculiar disminuye exponencialmente la posibilidad de sufrir un choque frontal, al advertir al conductor de una posible amenaza que él puede estar ignorando.
- Dicho sistema puede salvar muchas vidas y ahorrar mucho dinero al evitar accidentes.

#### ***4.1.7. Importancia del Sistema de Control Electrónico de Estabilidad Presentes en la Tahoe y Dmax***

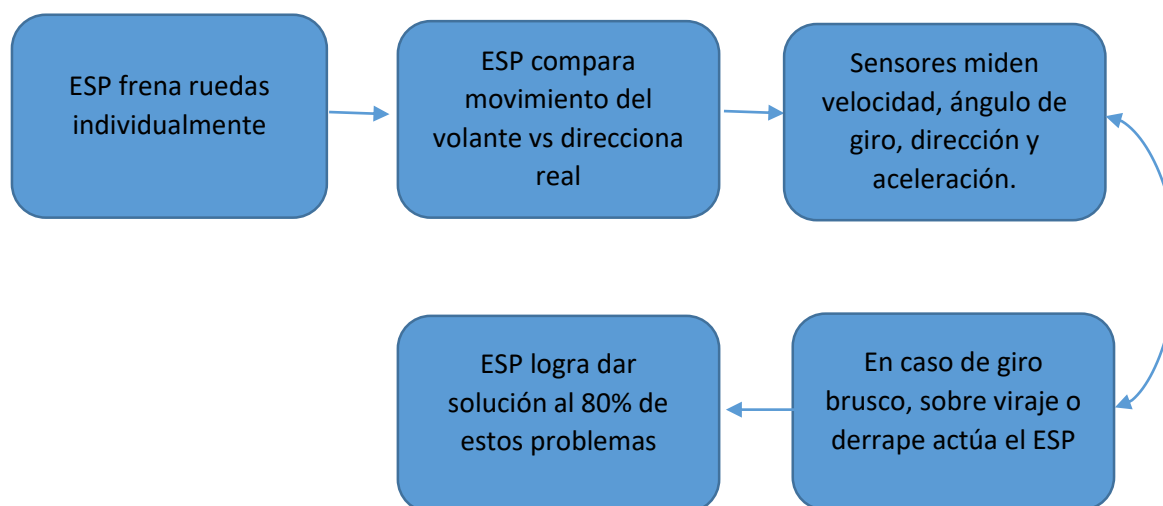
Un sistema de seguridad que es muy importante y que también está integrado en la Chevrolet Tahoe y Dmax es el control electrónico de estabilidad también conocido como ESC o ESP, que actúa cuando el vehículo alcanza un límite crítico de adherencia al suelo como se muestra en el esquema de la figura 17. A continuación se destacan el funcionamiento y la importancia del mismo:

- Este sistema asiste al conductor a poder controlar el vehículo frenando las ruedas, pero de manera individual y a la par ajustando la potencia del motor.
- El sistema ESP se encarga de comprobar que el movimiento del volante sea equivalente con la dirección real en la que se mueve el vehículo
- Para que el sistema pueda trabajar integra sensores que miden la velocidad de giro de todas las ruedas, el ángulo de giro, el ángulo de dirección y la aceleración transversal.

- En el momento de una emergencia, si se produce un giro brusco, sobreviraje o un subviraje, o en el caso de que el vehículo derrape en alguna superficie resbaladiza, el sistema ESP interviene muy rápido como se puede observar en la figura 18, en fracciones de segundos para actuar sobre los frenos de manera individual en cada rueda y así regularizar la entrega del par del motor y lograr estabilizar el vehículo y poder recuperar la trayectoria del mismo y evitar un accidente.

**Figura 17**

*Esquema de Funcionamiento del Sistema ESP*

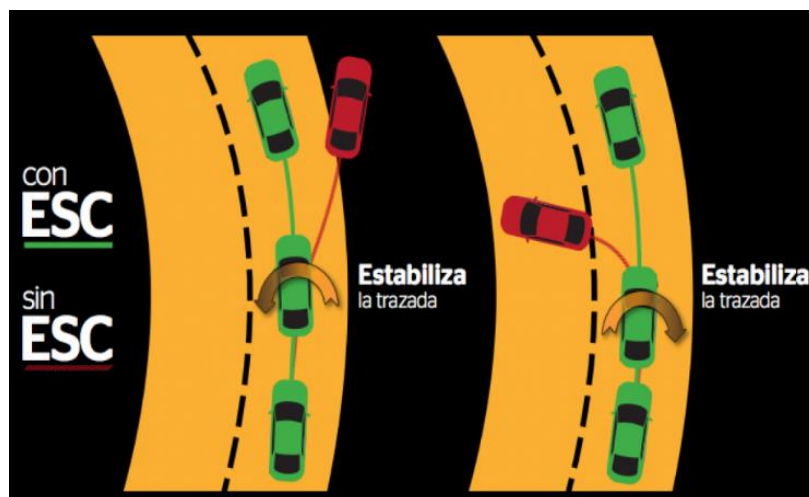


El sistema de control de tracción electrónico (ESP) se vale de los sensores de velocidad de rueda, sensores de ángulo de giro y dirección para comparar el movimiento del volante dado por el conductor contra el movimiento real del vehículo, que dicho sea de paso, deben ser el mismo, si ocurre que el vehículo se va en una dirección diferente a la deseada por el conductor, el sistema ESP hace las correcciones pertinentes, por medio de las ordenes que envía la centralita

a los actuadores logra frenar las ruedas de manera individual o independiente, para así corregir la trayectoria del vehículo.

### Figura 18

*Efecto en el Vehículo del Sistema ESC Activado y Desactivado*



Fuente: (Autobild, 2020)

#### 4.1.8. Datos y Cifras relevantes en cuanto a los Sistemas de Seguridad de los Vehículos

- El sistema ESP o ESC, es capaz de dar solución al 80% de las situaciones de peligro.
- Según un estudio de la CEA (Club Europeo de Automovilistas), el control de estabilidad podría salvar 10 000 vidas al año.
- Los airbags salvan aproximadamente 1 200 personas al año.
- Los cinturones de seguridad evitan aproximadamente unas 12 500 muertes cada año.
- Los cinturones de seguridad reducen entre un 35% y un 50% de los muertos en accidentes de carretera.

En caso de colisión a 50 km/h un niño de 20 kilos que viaje sin ningún tipo de sujeción se golpearía contra el parabrisas con una fuerza equivalente a 500 kilos. El pasajero, en caso de colisión, recibe una fuerza cinética entre 3 000 y 4 000 kilos a la que se opondrá aproximadamente

con 150 kilos (50 con los brazos y 100 con las piernas) si no llevase cinturón de seguridad (CEA, 2020).

#### ***4.1.9. Lista de Acciones que se Realizan Periódicamente***

A continuación, se destacan varios puntos importantes en cuanto a la seguridad y el correcto mantenimiento del vehículo:

En la parte inferior del vehículo

- Se debe realizar una inspección visual de fugas de aceite.
- En la dirección se realiza la inspección de fugas de líquido.
- En los semiejes se realiza la inspección visual fugas de grasa, roturas, cortes, condición de las abrazaderas.
- En los frenos delanteros: se realiza la inspección visual y verificación del desgaste de pastillas y fugas externas de líquido.
- En la caja de cambios y embrague: se realiza la inspección visual para validar fugas de líquido y condición de accionamiento caja de cambios.
- En la suspensión se realiza la inspección visual de cubiertas tanto delanteras como posteriores y revisión de presión y condición/ajuste.
- En la suspensión: se realiza la inspección visual de los amortiguadores tanto delanteros y posteriores para validar fugas y golpes.
- En el sistema de escape: se realiza inspección visual de roturas, fijación y condición exterior.
- En el sistema de combustible: se realiza la inspección visual de fugas externas y condición de cañerías.

- En el sistema de enfriamiento: se realiza la inspección visual del estado de los componentes y fugas de líquido.
- Compartimiento del motor
- En el motor: se realiza la inspección visual del nivel de aceite y del filtro de aire.
- En la dirección hidráulica: se realiza la inspección visual del nivel de fluido.
- En el sistema de enfriamiento: se realiza la inspección visual del nivel de líquido refrigerante.
- En los frenos: se realiza la inspección visual del nivel líquido de freno y la cantidad de humedad líquido.
- La batería: se realiza la inspección visual del estado de la misma y revisión del nivel de electrolito en la batería.
- Se realiza la inspección visual del estado del reservorio y revisión del nivel de líquido limpiaparabrisas.
- Se realiza la inspección visual estado escobillas limpiaparabrisas, para validar funcionamiento y desgaste.
- Se realiza la inspección visual del estado de correas o también llamadas bandas.
- Se realiza la inspección visual estado de mangueras.
- Interior del vehículo
- Se revisa el funcionamiento de las luces de posición, patente, habitáculo y espejos.
- Se revisa el funcionamiento de la luz de emergencia y direccionales.
- Se revisa el funcionamiento de la luz de stop.
- Se revisa el funcionamiento de la luz de marcha atrás o retro.
- Se revisa el funcionamiento de la luz antiniebla delantera y trasera.

Todos estos pasos y pautas son de suma importancia para el correcto mantenimiento del vehículo en el marco de la seguridad tanto de los pasajeros como de los peatones, de ser el caso que el dueño del automotor no pueda realizar dichas revisiones sencillas, sería aconsejable que estudie brevemente como debería realizarlas y hasta que tenga el conocimiento suficiente al respecto debería pedir asesoría de un técnico especializado (YonderAuto, 2017).

## **4.2 Programas de Evaluación de Vehículos**

### **4.2.1. Programa Euro Ncap**

El programa Euro Ncap (European new car assessment programme) es un organismo fundado en 1996 y es el encargado de evaluar por medio de una simulación realista los choques y otros aspectos de seguridad en los vehículos vendidos en Europa. Este organismo realiza las pruebas de seguridad en la camioneta Chevrolet Dmax 2020 o también conocida como Isuzu Dmax. La calificación que se le otorgo a dicha camioneta es de 5 estrellas, que es la máxima calificación en ese tipo de vehículos, obtuvo un 84% en seguridad del ocupante adulto, un 86% en seguridad de ocupantes niños, un 69% de seguridad hacia los usuarios más vulnerables en la carretera y un 83% en la seguridad asistida por los sistemas electrónicos.

### **4.2.2. Programa NHTSA**

El programa NHTSA o también conocido como la ‘Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras’ es un organismo del gobierno de los Estados Unidos que fue fundado en el año 1970 y cuyo objetivo principal es promover la fabricación de vehículos mucho más seguros para sus ocupantes. Para cumplir dicho objetivo este organismo realiza pruebas de choque y adicionalmente de vuelco en los vehículos comercializados principalmente en los Estados Unidos. Como ya se indicó previamente este organismo realizo las pruebas en la SUV de tamaño

completo de la marca Chevrolet modelo Tahoe del año 2020 y a manera de resumen se menciona a continuación cual fue el resultado de dichas pruebas:

- La calificación otorgada a dicho vehículo fue de 4 estrellas de 5 que es el máximo.
- Obtuvo 4 estrellas en choque frontal.
- Obtuvo 5 estrellas en choque lateral.
- Obtuvo 3 estrellas en la prueba de vuelco, lo que cataloga a este vehículo como uno muy seguro pero que también tiene puntos a mejorar.

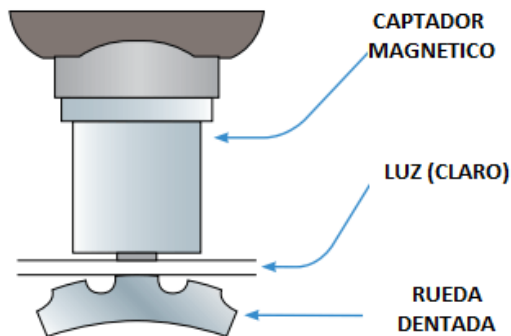
Los vehículos Chevrolet Dmax y Tahoe tienen sensores ABS tipo inductivo. Antes de realizar las pruebas a los sensores tenemos que saber cómo funcionan y cuáles son sus componentes internos.

#### 4.3. Sensores ABS Pasivos (Inductivos)

Los sensores ABS pasivos se distinguen por estar asociados siempre a una rueda de tonos o rueda dentada, suelen ser más grandes, tener menor precisión y no empiezan a funcionar hasta que la rueda alcanza una velocidad rotacional mínima determinada (30 km/h aproximadamente).

#### Figura 19

*Sensor ABS Inductivo*



Fuente: (Parashar, 2020).



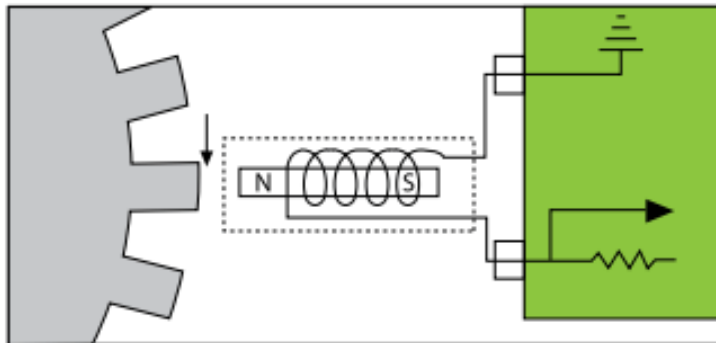
Consta de los siguientes elementos:

- Imán permanente.
- Cuerpo del sensor.
- Núcleo de hierro.
- Bobina.
- Entrehierro.
- Rueda dentada.

Se componen de una bobina que rodea un núcleo magnético y un imán permanente como se señala en la figura 19. El flujo magnético que se produce entre los dientes y los valles de la rueda como se visualiza en la figura 20, inducen una tensión sinusoidal que es proporcional a la velocidad de las variaciones que detecta el sensor.

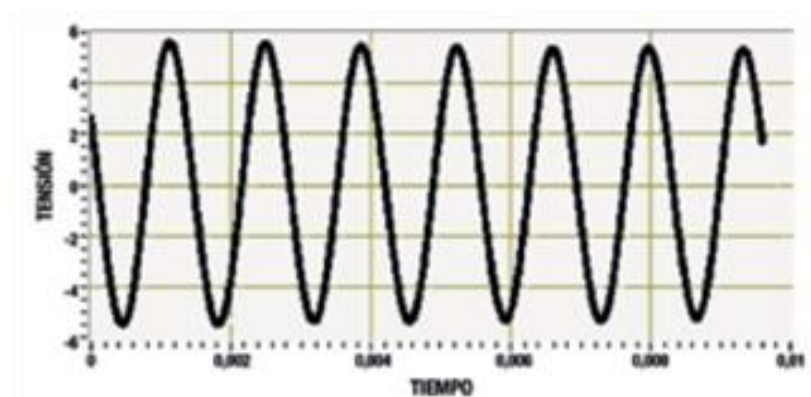
### Figura 20

*Flujo Magnético del Sensor*



Fuente: (Parashar, 2020).

La tensión varía en función de la velocidad de rotación y la distancia a la rueda dentada tanto en frecuencia como en amplitud como se aprecia en la figura 21. Esas variaciones hacen que la señal que obtengamos sea de tipo alterna.

**Figura 21***Grafica de Señal Tipo Alterna*

Fuente: (Autoavance, 2019)

#### **4.4. Pruebas con Equipo Electrónico en los Sensores ABS**

Las pruebas que se realizan en los sensores ABS son las siguientes:

- Prueba de resistencia
- Prueba de alimentación
- Prueba de funcionamiento

Y los equipos que se utilizan son:

- Multímetro
- Escáner

#### **4.5. Prueba de Resistencia**

Para la prueba de resistencia usamos un multímetro, seleccionamos ohmios (Ohm.) en la medida de 200 K como se ilustra en la figura 22, se debe conectar los dos cables del multímetro con los dos puntos del sensor, la polaridad es indistinta. Se debe tener en cuenta que el valor de la resistencia al vacío la determina el fabricante, en este caso en la Chevrolet Dmax la resistencia al

vacío debe ser de 1400 ohmios y de la Tahoe debe ser de 1390 ohmios, estos valores se destacan en la tabla 6.

Para comprobar si el sensor está en buen estado se debe acercar un metal al sensor y este debe variar el valor de la resistencia, si el valor varía, esto quiere decir que el sensor está funcionando bien y si el valor permanece igual indica que el sensor no funciona correctamente ya que con esto se determina que no hay reacción del imán.

**Tabla 6**

*Resultados de la Prueba de Resistencia*

Dmax	Tahoe
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia al vacío 1400 <math>\Omega</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia al vacío 1390 <math>\Omega</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia al acercar un metal 1800 <math>\Omega</math>, 1100 <math>\Omega</math>, 800 <math>\Omega</math>, 600 <math>\Omega</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia al acercar un metal 1700 <math>\Omega</math>, 1200 <math>\Omega</math>, 900 <math>\Omega</math>, 700 <math>\Omega</math>.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia en un sensor averiado al acercar un metal 1400 <math>\Omega</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia en un sensor averiado al acercar un metal 1390 <math>\Omega</math>.</li> </ul>

Según los datos obtenidos en la prueba de resistencia tanto la Chevrolet Dmax como la Tahoe están dentro de los rangos determinados por el fabricante de las medidas en ohmios cuando los sensores están al vacío (sin alimentación), ya que, al acercar un imán a los sensores, los valores en el multímetro si varían, esto indica que los sensores están en óptimas condiciones, cabe destacar que debería ser así porque ambos son vehículos seminuevos.

Se recomienda revisar el sistema de frenos cada 25 000 km para así prolongar la vida útil de todos los componentes, asegurar el bienestar de los pasajeros y de poder diagnosticar con tiempo algún problema ya sea mecánico o electrónico antes de que sea demasiado tarde.

**Figura 22***Prueba de Resistencia del Sensor ABS*

Fuente: (Autoavance, 2019)

**4.6. Prueba de Alimentación**

Para la prueba de alimentación también usamos el multímetro como se muestra en la figura 15, se conectan las dos líneas del multímetro con el conector o también conocido como socket a sus dos líneas respectivamente como se ilustra en la figura 23, el multímetro debe estar en Voltaje de corriente alterna (CA) cuyo símbolo es el siguiente  $V \sim$ , la polaridad es indistinta, el multímetro debe marcar 0.00 V pero al pasar la llave a la posición ON en el switch debe haber una marcación de voltaje por unos segundos en un rango de 9 a 10 voltios, lo que indica que la computadora si envió la corriente al conector tal como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7***Resultados de la Prueba de Alimentación*

Dmax	Tahoe
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje en el conector cuando el switch está en posición OFF es 0.00 V.</li> <li>• Voltaje en el conector cuando el switch está en posición ON marco 9.70 V por unos segundos.</li> <li>• Si el voltaje en el conector marca 0.00 V cuando el switch está en posición ON quiere decir que el Conector esta averiado o hay un problema con la línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje en el conector cuando el switch está en posición OFF es 0.00 V</li> <li>• Voltaje en el conector cuando el switch está en posición ON marco 10 V por unos segundos.</li> <li>• Si el voltaje en el conector marca 0.00 V cuando el switch está en posición ON quiere decir que el Conector esta averiado o hay un problema con la línea.</li> </ul>

Los datos que se presentan en la tabla 7 muestran los resultados de la prueba de alimentación tanto de la Dmax como la Tahoe, en ambos vehículos cuando el switch está en posición OFF marcan 0 voltios, pero al accionar el switch a la posición ON el voltaje mostrado en el multímetro aumenta, en la Dmax hasta 9.70 voltios y en la Tahoe hasta 10 voltios, lo que indica que si está llegando alimentación a los conectores de los sensores.

**Figura 23***Prueba de Alimentación en Chevrolet Dmax*

La misma prueba se repite en el vehículo Chevrolet Tahoe 2022, ya que el sensor ABS es del mismo tipo, pero se obtienen resultados levemente diferentes como se destacan en la Tabla 8.

**Figura 24***Prueba de Alimentación en Chevrolet Tahoe***4.7. Prueba de Funcionamiento**

Para la prueba de funcionamiento se utiliza un multímetro y se selecciona en voltaje de corriente alterna (CA) cuyo símbolo es  $V \sim$  en el número 20 del multímetro, debe estar conectado

el socket, en esta prueba se utilizan dos clips metálicos uno en cada línea del cableado del sensor, el cable blanco positivo se conecta con un clip y un lagarto debe conectarse al cable negativo del multímetro en cambio el cable negro negativo se conecta con un clip y un lagarto al positivo del multímetro. Luego se procede a hacer girar la rueda para simular el funcionamiento del vehículo y si se percibe una variación en el voltaje, esto quiere decir que el sensor, el conector y el cableado están en perfecto estado. Se plasman los valores obtenidos en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Resultados de Prueba de Funcionamiento*

Dmax	Tahoe
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la rueda estática el multímetro marca 0.00 V.</li> <li>• Al girar la rueda el multímetro marco 0.4 V.</li> <li>• Si al girar la rueda el multímetro marca 0.00 V indica que el sensor no funciona, debe ser reemplazado y se procede a borrar el código de falla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la rueda estática el multímetro marca 0.00 V.</li> <li>• Al girar la rueda el multímetro marco 0.5 V.</li> <li>• Si al girar la rueda el multímetro marca 0.00 V indica que el sensor no funciona, debe ser reemplazado y se procede a borrar el código de falla.</li> </ul>

Según los valores obtenidos con el multímetro en la prueba de funcionamiento, tanto en la Dmax como la Tahoe, el funcionamiento de los sensores es el óptimo, ya que, al hacer girar la rueda para simular su funcionamiento normal, los valores en el multímetro aumentan, lo que evidencia que los sensores y todo el circuito están trabajando correctamente, en un rango de 0.4 a 0.5 voltios.

#### 4.8. Prueba con Escáner Automotriz

Para la prueba en la Chevrolet Tahoe 2020 se utiliza una laptop y la interfaz Multiple Diagnostic Interface 2 de General Motors como se puede observar en la figura 26 y se procede con los siguientes pasos:

- Conectar la interfaz a la laptop y al puerto OBD II.
- Una vez abierto el menú de opciones procedemos a probar los sensores escogiendo la opción función especial.
- Luego selecciona Señal de inspección y aceptar.
- Automáticamente empiezan a trabajar los iconos o testigos en el tablero relacionados con el ABS, se presiona aceptar.
- De inmediato el sistema arroja en pantalla los DTC informativos que se mencionan en la tabla 8, que validan el funcionamiento de los sensores.
- Se procede a borrar estos DTC informativos y se completa la comprobación de la señal.
- Luego se procede a leer nuevamente los códigos de falla y debe salir que no hay ningún código de falla, lo que indica que los cuatro sensores de rueda están trabajando correctamente.

Es útil mencionar que la interfaz de diagnóstico múltiple 2 MDI es utilizada comúnmente por ingenieros y técnicos profesionales como una herramienta de ayuda para el correcto diagnóstico y reparación de un vehículo, en sistemas electrónicos. Esta interfaz está diseñada para que sea conectada a una laptop que tenga descargada la aplicación, sirve para la transferencia de datos en vivo de la unidad de control electrónico (ECU) y para reprogramación de la misma.



**Tabla 9***Códigos de Falla Informativos*


---

<i>Códigos de falla de los sensores de rueda</i>	
<i>C1271</i>	<i>Señal de salida baja del sensor de velocidad delantero RH</i>
<i>C1272</i>	<i>Señal de salida baja del sensor de velocidad delantero LH</i>
<i>C1273</i>	<i>Señal de salida baja del sensor de velocidad trasero RH</i>
<i>C1274</i>	<i>Señal de salida baja del sensor de velocidad trasero LH</i>
<i>C1275</i>	<i>Cambio anormal en la señal de salida del sensor de velocidad delantero RH</i>







---

Otra prueba rápida que se puede hacer con el escáner es con los datos en vivo y con el vehículo en movimiento, se procede con los siguientes pasos:

- Conectar la interfaz a la laptop y al puerto OBD II.
- En el escáner se selecciona la opción “Datos en vivo”.
- Al rodar el vehículo se mostrará en la pantalla de la laptop la velocidad en que está rodando el vehículo en Km/h y en la opción voltaje del sensor de rueda debe decir Normal en cada uno de los cuatro sensores, dato que indica que los sensores de rueda tanto delanteras como posteriores están trabajando correctamente tal como se muestra en la figura 25.

**Figura 25**

*Datos en Vivo del Funcionamiento de los Sensores*

Velocidad de la Rueda Delantera Derecha	0	km/h	
Velocidad de la Rueda Delantera Izquierda	0	km/h	
Velocidad de la Rueda Trasera Derecha	0	km/h	
Velocidad de la Rueda Trasera Izquierda	0	km/h	
Voltaje Abierto de Sensor de Velocidad de La Rueda Delantera Derecha	Normal		
Voltaje Abierto de Sensor de Velocidad de La Rueda Delantera Izquierda	Normal		

**Figura 26**

*Conexión de la Interfaz Multiple Diagnostic Interface 2 de General Motors en la Tahoe*



Para la prueba con escáner automotriz en la camioneta Chevrolet Dmax 2020 se utilizó la interfaz IDSS Diagnostic Service System tal como se muestra en la figura 27 y se procede con los siguientes pasos:

- Conectar la interfaz a la laptop y al puerto OBD II
- Abrir el menú principal
- Escoger la opción todos los módulos
- Seleccionar el módulo EBCM (Electronic Brake Control Module)
- Seleccionamos Read Data Stream, que es ver datos en vivo
- Seleccionamos la opción VSES Data
- Se abre un panel con varias opciones, como se muestra en la tabla 10, que podemos seleccionar para ver su funcionamiento
- Solo nos enfocamos en los cuatro sensores de rueda y los seleccionamos
- Se procede a dar marcha al vehículo en línea recta
- El valor de la velocidad en km/h debe ser el mismo o muy cercanos los valores entre ellos, lo que indica que los sensores de rueda tanto delanteros como posteriores están trabajando correctamente

### **Figura 27**

*Conexión de la Interfaz IDSS en la Dmax*



**Tabla 10***Panel de Sensores y Actuadores en Scanner*


---

Lista de sensores y actuadores reflejados en el escáner automotriz

---

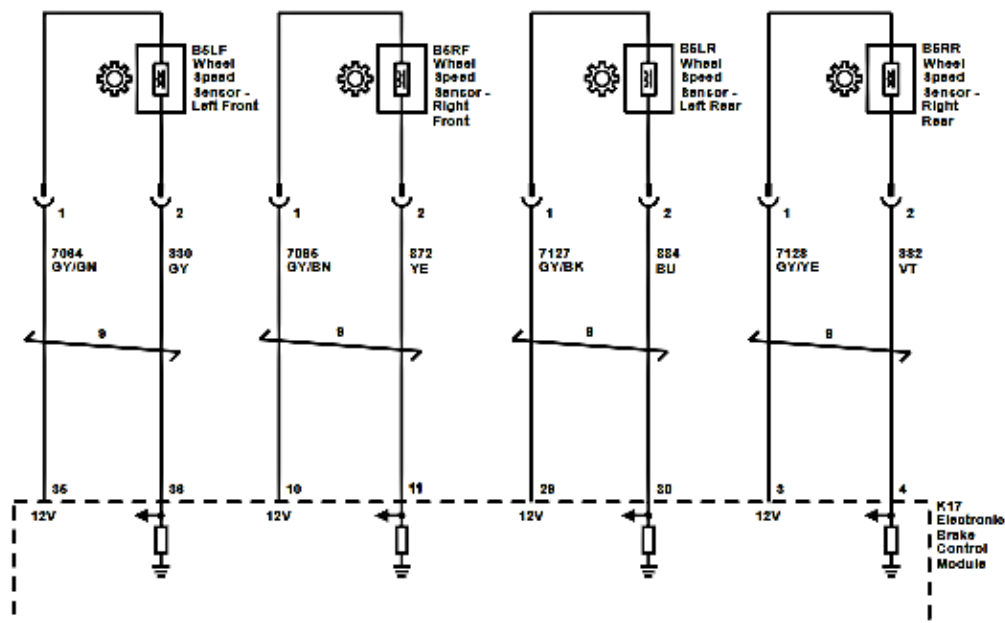
Panic brake assist failed	No seleccionado
Requested torque	No seleccionado
RF Outlet solenoid command	No seleccionado
RR Inlet solenoid command	No seleccionado
RR Wheel speed sensor	✓
TCS active	No seleccionado
Pump motor commanded voltaje	No seleccionado
RF Inlet Solenoid command	No seleccionado
RF Wheel speed sensor	✓
RR outlet solenoid command	No seleccionado
Steering Wheel position	No seleccionado
TCS failed	No seleccionado

---

A continuación, se muestra el circuito de la señal de los sensores de la velocidad de las ruedas de la SUV tamaño grande Chevrolet Tahoe 2020 y posteriormente el mismo diagrama, pero de la camioneta Chevrolet Dmax 2020.

**Figura 28**

*Señal de Velocidad de las Ruedas de la Chevrolet Tahoe*

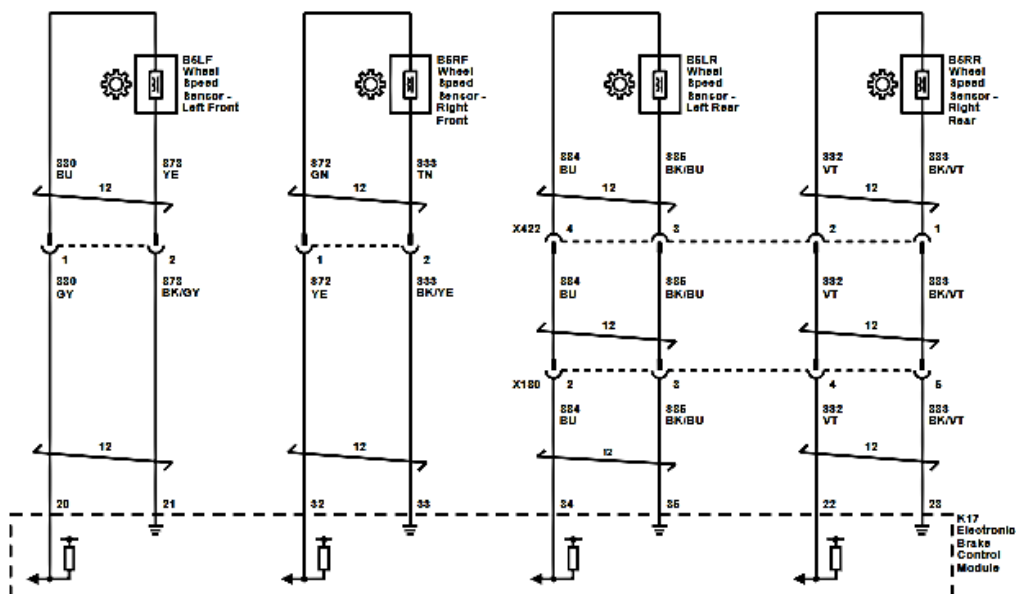


Fuente: (Manual de Servicio GlobalConnect, 2020)

Las figuras 28 y 29 exponen de manera gráfica los diagramas de la señal de velocidad de las ruedas tanto de la Chevrolet Tahoe como de la Dmax, ambas constan de un módulo EBCM que es la unidad de control central de los frenos electrónicos, y de un sensor de velocidad en cada rueda, cuando dichos sensores envían una señal de advertencia o peligro al módulo EBCM este reduce la fuerza de frenado en la rueda afectada para evitar que esta no se bloquee ni se levante del suelo, cabe destacar que en ambos diagramas se pueden apreciar cables trenzados, y estos están ahí para evitar las interferencias en la señal de comunicación.

**Figura 29**

*Señal de Velocidad de las Ruedas de la Chevrolet Dmax*



Fuente: (Manual de Servicio GlobalConnect, 2020).

#### 4.9. Cálculo de la Distancia de Frenado

En la distancia de frenado hay dos variantes, la frenada normal y la frenada de emergencia. En una situación de emergencia se pisa el pedal de freno a fondo lo que aumenta la fuerza de frenado y reduce la distancia de frenado. A pesar del riesgo, muchos conductores no se atreven a pisar el pedal de freno a fondo. Por tanto, se debería practicar esto con regularidad. Dependiendo de si se trata de una frenada normal o de emergencia, varía la fórmula usada (Ford.Simone, 2013).

La fórmula de distancia de frenado normal sería la siguiente:

$$DFN = \frac{V}{10} \times \frac{V}{10}$$

La distancia de frenado normal es igual a la velocidad que va el vehículo sobre diez multiplicado por la velocidad que va el vehículo sobre 10. Vamos a hacer un ejemplo con dos velocidades diferentes, primero cuando el vehículo va a 70 km/h y luego cuando el vehículo va a 120 km/h.

Cuando el vehículo va a 70 km/h:

$$DFN = \frac{70\text{km/h}}{10} \times \frac{70\text{km/h}}{10}$$

$$DFN = 49 \text{ m}$$

Cuando el vehículo va a 120 km/h:

$$DFN = \frac{120}{10} \times \frac{120}{10}$$

$$DFN = 144 \text{ m}$$

Para la distancia de frenado de emergencia se utiliza otra fórmula teniendo en cuenta que al pisar el pedal de freno a fondo lo que aumenta la fuerza de frenado y reduce casi a la mitad la distancia de frenado.

La fórmula de distancia de frenado de emergencia sería la siguiente:

$$DFE = \frac{1}{2} \times \left( \frac{V}{10} \times \frac{V}{10} \right)$$

La distancia de frenado de emergencia es igual a un medio multiplicado por la distancia de frenado normal. Para hacer un ejemplo se van a utilizar los mismos valores que en el ejercicio anterior, cuando un vehículo va a 70 km/h y luego cuando el vehículo va a 120 km/h.

Cuando el vehículo va a 70 km/h:

$$DFE = \frac{1}{2} \times \left( \frac{70}{10} \times \frac{70}{10} \right)$$

$$DFE = 24.5 \text{ m}$$

Cuando el vehículo va a 120 km/h:

$$DFE = \frac{1}{2} \times \left( \frac{120}{10} \times \frac{120}{10} \right)$$

$$DFE = 72 \text{ m}$$

Cabe destacar que esos valores de la distancia de frenado son con vehículos sin el sistema ABS, con el sistema ABS la distancia de frenado se disminuye, dependiendo claramente del tipo de suelo o calzada, los valores de reducción en la distancia de frenado varían desde 1.6 metros hasta 3.4 metros.

Se efectúan diferentes pruebas de frenado con ABS sobre piso seco a una velocidad cercana a los 60 km/h y con las mismas condiciones en piso mojado y de tierra. Los mismos ensayos se llevaron a cabo con un auto que brindaba la posibilidad de deshabilitar el ABS. De esta manera, se pudieron establecer comparaciones de los resultados obtenidos y las respuestas a los interrogantes planteados. Ambos autos contaban con neumáticos en óptimas condiciones (Ford.Simone, 2013).

A continuación, presentamos los resultados obtenidos en las pruebas mencionadas que clarifican las diferencias entre el sistema ABS y el freno convencional:

- En Asfalto Seco
- Freno ABS 15.3 m
- Freno convencional 16.9 m

En este tipo de suelo frenar con el sistema ABS implica detenerse 1.6 metros antes que si la misma frenada se hiciera con el sistema convencional. Esto equivale a reducir en un 9.5% la distancia de frenado.



- En Asfalto Mojado.
- Freno ABS 21.1 m.
- Freno convencional 24.6 m.

En asfalto mojado la diferencia fue aún mayor. El auto con ABS se detuvo 3.4 metros antes que el vehículo con frenos convencionales. Esto representa una reducción de un 14% en la distancia de frenado.

- En Ripio
- Freno ABS 27.3 m
- Freno convencional 24.9 m

El ripio es el único caso en el que el auto con frenos convencionales tiene mejor desempeño que el vehículo con el sistema antibloqueo. El auto sin ABS frenó 2.35 m antes, lo que significa una reducción del 8.6% pero sin la posibilidad de maniobrar.

Después de las pruebas realizadas comprobamos que en la mayoría de las situaciones el ABS acertó las distancias de frenado. Además, el ABS permite frenar y mantener la capacidad de maniobra (frenar y esquivar). Sin ABS el auto pierde el control y no es posible evitar los obstáculos (Ford.Simone, 2013).

Con estos parámetros se procedió a realizar la prueba de frenado en los vehículos Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet modelo 2020 y los resultados se muestran en la tabla 11 y 12.

**Tabla 11***Comparativa de Valores de Distancia de Frenado con y sin Sistema ABS en Dmax*

Dmax	Sin ABS	Con ABS
Prueba en asfalto seco	14 m	12.4 m
Prueba en asfalto mojado	20.2 m	16.8 m
Prueba en ripio	22.5 m	20.15 m

**Tabla 12***Comparativa de Valores de Distancia de Frenado con y sin Sistema ABS en Tahoe*

Tahoe	Sin ABS	Con ABS
Prueba en asfalto seco	12 m	10.40 m
Prueba en asfalto mojado	18.3 m	14.9 m
Prueba en ripio	19.80 m	17.45 m

#### **4.10. Recomendación de Implementación de Sistemas de Seguridad de Última Generación**

Como es de conocimiento de muchas personas, los vehículos modernos tienen varios sistemas de seguridad activa y pasiva acoplados en ellos, pero nunca serán suficientes, la meta es salvar la mayor cantidad de vidas posibles y para esto se siguen inventando, experimentando y diseñando elementos y sistemas de seguridad cada vez más eficientes. A continuación, vamos a revisar y recomendar varios de ellos para que puedan ser tomados en cuenta tanto en el Ecuador como en otros países.

##### **4.10.1. El Airbag para Peatones**

El primer sistema que se recomienda sea acoplado a futuro en los vehículos que se comercialicen en el Ecuador, es el Airbag para peatones, ya que, en ocasiones de accidentes

frontales, dicho sistema sirve para minimizar el impacto del peatón contra el vehículo. Este sistema está instalado bajo el capot alado del parabrisas tal como se muestra en la figura 30. Según los datos extraídos de la marca de automóviles europea Volvo que ya consta con este sistema, los sensores en cuestión están en pleno funcionamiento a partir de los 20 a 50 km/h del vehículo y a una temperatura ambiental entre los - 20 y + 70 °C. Dichos sensores están diseñados para captar la colisión contra un objeto con las características parecidas a las piernas de una persona y así activar el airbag. Este sistema salvaría gran cantidad de vidas y evitaría muchos problemas a los conductores. Dichos sistemas no son comunes en los vehículos comercializados en el país, pero se espera que dentro de pocos años se actualice este aspecto.

### **Figura 30**

#### *Sistema de Airbag para Peatones en Acción*



Fuente: (Yorokobu, 2019)

#### **4.10.2. Sistema de Frenado de Emergencia Autónomo**

Este sistema también conocido como AEB se utiliza en automóviles para poder detectar una colisión inminente con otro vehículo, objeto, obstáculo y personas, lo logra mediante la aplicación de fuerza de frenado para detener el vehículo sin la intervención del conductor.

Adicional a esto prepara el vehículo y los diversos sistemas de seguridad como los pretensores del cinturón, los airbags, y reposacabezas para el posible impacto como se muestra en la figura 31. Las colisiones con este sistema AEB disminuyen en un 38% según la EuroNCAP y la ANCAP ya sea en zona urbana o rural. Las ventajas que otorga este sistema son las siguientes:

- Disminución de accidentes de tránsito en un 38%
- Mejoramiento del tiempo de reacción del conductor
- Reducción de muertes y lesiones anuales en accidentes frontales

Dicho sistema funciona de la siguiente manera:

- El sensor detecta el vehículo o peatón que esta adelante
- El conductor es advertido de manera sonora de la posible colisión frontal
- El sistema toma el control de los frenos de manera temporal si el conductor no reacciona a tiempo

Cabe mencionar que el programa Euro-NCAP si ha realizado varias pruebas en este sistema de frenado de emergencia autónomo y llegan a la conclusión de que si ayuda al conductor en colisiones traseras inminentes. Las pruebas en este sistema indican que no es 100 % confiable ya que en situaciones más extremas puede que el sistema AEB no sea lo suficientemente rápido para evitar una colisión, por eso el conductor debe siempre estar atento.

**Figura 31***Sistema de Frenado de Emergencia Autónomo*

Fuente: (Volvocars, 2018)

**4.10.3. Alcoholímetro Antiarranque o Alcolock**

Consiste en un dispositivo que obliga al conductor a expirar aire en un etilómetro antes de dar marcha al vehículo, si el conductor supera los límites marcados en el dispositivo mostrado en la figura 32, el arranque del vehículo quedara bloqueado para así evitar accidentes fatales (Elmotor, 2021). Cabe mencionar que este sistema sería de gran utilidad en el Ecuador, ya que, según la última estadística del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), más de 900 000 de ecuatorianos consume alcohol, el 89.7% son hombres y el 10.3% son mujeres. Por mala costumbre de la zona, las personas tienden a conducir bajo los efectos del alcohol lo que provoca 3 de cada 10 muertes al año en accidentes de tránsito, dicho sistema reduciría de manera exponencial los accidentes, lesiones y muertes.

**Figura 32***Alcoholímetro Antiarranque*

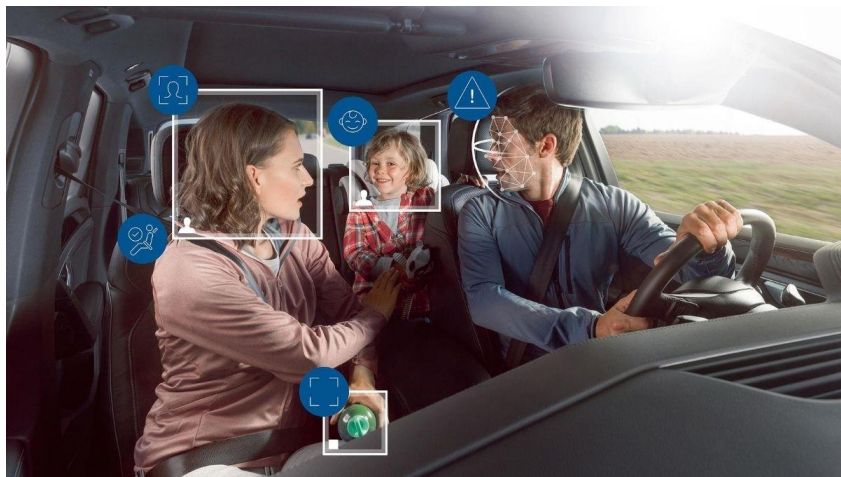
Fuente: (Xataka, 2022)

**4.10.4. Detector de Somnolencia y Aviso de Distracción**

Dado que el sueño, distracciones y otras cosas suceden a menudo dentro del interior de los vehículos, cosas que pueden ocasionar un accidente, Bosch ha desarrollado un nuevo sistema de monitoreo para el interior del vehículo utilizando cámaras de última tecnología e inteligencia artificial. Este sistema se proyecta a salvar unas 25.000 vidas en Europa en los próximos 20 años. Dicha cámara integrada puede detectar la pesadez en los parpados del conductor, también cuando el conductor está distraído o gira demasiado la cabeza hacia el copiloto como se ilustra en la figura 33, y gracias a la IA integrada, el sistema llega a una conclusión de esa información y posteriormente advierte a los conductores, les puede recomendar un descanso y hasta incluso puede reducir la velocidad del vehículo, todo esto depende de los parámetros instalados por el fabricante y de las leyes vigentes (Zaragoza, 2020).

**Figura 33**

*Escaneo Facial del Sistema Detector de Somnolencia y Aviso de Distracción*



Fuente: (Zaragoza, 2020)

## Conclusiones

Al realizar este proyecto se pudo enumerar las principales condiciones que deben cumplir los fabricantes de vehículos que se comercializan en el Ecuador en cuanto a la seguridad activa y pasiva, adicional se logró analizar la importancia y el por qué son necesarias estas condiciones y parámetros que se plasman en varios artículos de la normativa NTE INEN 034.

Al realizar la descripción del funcionamiento y partes de los sistemas de seguridad en general y luego de los vehículos en cuestión, que fueron la Dmax y Tahoe de la marca Chevrolet del año 2020, se pudo validar que dichos sistemas funcionan correctamente según los parámetros establecidos por la normativa competente, y que son necesarios para precautelar las vidas de los conductores y pasajeros.

Se logró destacar los sistemas de seguridad activa y pasiva con más relevancia en el sector automotriz y teniendo en cuenta que todo sistema o mecanismo puede tener sus fallas se logró identificar las fallas más comunes de los sistemas de seguridad.

Se logró presentar los resultados en el marco de seguridad que los programas NHTSA y EuroNcap tuvieron en los vehículos Dmax, cuyo puntaje fue de cinco estrellas y la Tahoe cuyo puntaje fue de cuatro estrellas, llegando a la conclusión con los datos obtenidos de que ambos son vehículos muy seguros.

Presentar mediante comprobaciones electrónicas el funcionamiento del sistema ABS, tanto en la Dmax como en la Tahoe, por medio de las pruebas realizadas, tanto la de resistencia, alimentación y funcionamiento con escáner, se pudo validar el rápido accionamiento de los actuadores y la rápida llegada de la información suministrada por los sensores al módulo o centralita.



## **Recomendaciones**

Se propone seguir implementado normas que obliguen a los fabricantes de vehículos a incorporar sistemas de seguridad más avanzados, que ya existen, pero por motivos de precios, no están integrados en los vehículos comercializados en el Ecuador, ya que la seguridad tanto de los conductores, pasajeros y peatones, es mucho más importante que cualquier cosa material.

Para complementar una correcta educación vial es de vital importancia que todas las personas, ya sean conductores, pasajeros y peatones estén capacitados ya sea en nivel básico, de las ramas de la mecánica automotriz, seguridad vial, derechos civiles y tecnologías modernas, para poder avanzar como sociedad al siguiente nivel.

Para realizar pruebas en el sistema ABS se recomienda utilizar los siguientes equipos: Escáner automotriz, interfaz de puerto OBDII, una computadora portátil y un multímetro. Antes de realizar estas pruebas también es necesario capacitarse en la rama de la electrónica automotriz para evitar dañar algún circuito o componente electrónico del vehículo.

Se recomienda al todo el sector automotriz a poder comenzar un programa de revisión de sistemas de seguridad de vehículos, para realizar pruebas de choque y darle una clasificación en estrellas a todos los vehículos que se comercializan en el país y así poder mejorar la calidad de los mismos sin esperar a que otro programa extranjero haga dichas pruebas.

### Bibliografía

- A.C, E.P.(2016). *Definicion Latin Ncap*. <https://elpoderdelconsumidor.org/2016/03/que-es-latin-ncap-2/>
- Abogados de accidentes (2020). *Accidentes viaes*. <https://wilshirelawfirm.com/es/abogados-de-accidentes-de-automoviles/falla-del-cinturon-de-seguridad/>
- Almánzar, G. (2020). *Sistemas de seguridad activa-pasiva para escala tradicional P-Cam*. *BS thesis. Uniandes*, 135.
- Alonso, H. (2020). *Simulación de ensayo de protección de peatón con modelos de ensayo simplificados mediante LS-DYNA*. (*Bachelor's thesis*).
- Arízaga, C. (2019). *Análisis de los sistemas faltantes de seguridad vehicular de la categoría M1 en la norma NTE INEN 034: 2019 y una propuesta de mejora* . (*Bachelor's thesis*).
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador . (2021). *Sector Automotor en cifras*. Quito: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador .
- Auto avance*. (2013). *Encendido electronico*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/138-encendido-electronico/>
- Auto avance*.(2021). *Sistema Inmovilizador*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/172-inmovilizadores-automotrices-antirrobo/>
- Auto Diagnostics anad Automediag Technology . (2020). *MVP programador de llaves multimas*. <https://orebroildiagnos.visualdin.com/es/product/mvp-programador-de-llaves-multimas/?cn-reloaded=1>

Auto Exacto. (Mexico de 2022). *Tecnología de punta para la industria automotriz.*

LAUNCH X431 PAD III: <https://www.diagnostico-automotriz.com/launch-x431-pad-3.html>

Auto Magazine. (2022). *Incremento de delincuencia Guayaquil.* <https://automagazine.ec/informe-sobre-el-incremento-del-robo-de-Vehículos-en-ecuador/>

Auto Soporte. (2020). *La ECU Automotriz .* <https://autosoporte.com/cursoautomotriz/la-ecu-automotriz-y-el-acelerador-control-del-posicionador/>

AutoBlog. (2020). Seguridad Tahoe. <https://www.autoblog.com/es-us/buy/2020-Chevrolet-Tahoe/safety/>

AutoExacto. (2020). *Auto Exacto Tecnología de punta para industria automotriz.* X100 PAD - Programador Profesional de Llaves e Inmovilizadores: <https://www.diagnostico-automotriz.com/programador-de-llaves-x100-pad.html>

AutoExacto. (2020). *CK-100 Programador de Llaves con Inmovilizadores.* [Diagnostico-automotriz.com/programador-de-llaves-ck100-silca-sbb.html](https://www.diagnostico-automotriz.com/programador-de-llaves-ck100-silca-sbb.html)

Automovil Center. (2018). *Programador de Llaves X Tool X 100.* <https://automovilcenter.cl/single/xtool-programador-de-llaves-y-diagnostico>

Avila, H. (Octubre de 2006). *Introducción a la metodología de la investigación.* <https://ceauniversidad.com/wp-content/uploads/2021/10/353.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo. (05 de 08 de 2021). *Seguridad ciudadana y justicia.* <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Lideres-para-la-gestion-en-seguridad-ciudadana-y-justicia.pdf>

- Barragán, J., & Villén, L. (2017). *Y Después Del Accidente ¿Qué?* .  
<https://www.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/accidente.pdf>
- Bazante, W. A. (2020). *Proceso de Implementación de la Electromovilidad para una Flota Pequeña de Vehículos M1 en Guayaquil* .
- Buitrón Mejía, S. (2021). *Desarrollo de metodología para decodificación, programación y Hermanación de módulos inmovilizadores automotrices*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Buitron, S. (15 de Junio de 2021). Desarrollo de metodología para codificadoción, programación y hernación e módulos inmovilizadores automotrices:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11228/2/04%20MAUT%20143%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Buitrón, S. (15 de Junio de 2021). Desarrollo de metodología para decodificación, programación y hermanación de módulos inmovilizadores automotrices:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11228/2/04%20MAUT%20143%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Cabrera, F. (2018). *Propuesta técnica para la disminución de los accidentes de tránsito*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cajas Idrovo, M. V., & Valladolid Quitoisaca, J. D. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de seguridad vehicular mediante reconocimiento facial a través de visión artificial*. Guayaquil: Universidad Salesiana.
- CarAndBike. (2020). Calificación Isuzu. <https://www.carandbike.com/news/2020-isuzu-d-max-scores-5-star-rating-in-euro-ncap-crash-test-2336810>

- CEA. (20 de 11 de 2020). Seguridad activa y pasiva. <https://www.cea-online.es/blog/128-seguridad-activa-y-pasiva-del-Vehículo>
- Cegarra, J. (2011). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Madrid: Diaz Santos .
- Chevrolet. (2021). *Vehículos* . <https://www.chevrolet.com.ec/>
- Guía Chevrolet*. (2019). Guía de revision. <https://www.carroya.com/noticias/guias-de-compra-y-venta/que-debe-mirarle-un-chevrolet-optra-usado-2093>
- CISE. (12 de JUNIO de 2011). *Inmovilizadores Electrónicos*. <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadores-electr%C3%B3nicos.html>
- ClubCEA. (2020). *Seguridad Activa y Pasiva del Vehículo*. <https://www.cea-online.es/blog/128-seguridad-activa-y-pasiva-del-Vehículo>
- Comisariado Europeo del Automóvil. (2021). *Seguridad activa y pasiva del vehículo*. <https://www.cea-online.es/blog/128-seguridad-activa-y-pasiva-del-Vehículo>
- Da Silva, S., & Amaral, F. (2019). Critical factors of success and barriers to the implementation of occupational health and safety management systems: A systematic review of literature. *Safety Science*, 117, 123-132.
- Dávalos, D. (Cuenca de 2013). *Averías Principales del sistema inmovilizador automotriz*. Programación de trasponder en sistemas inmovilizadores automotrices de última generacion: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>
- Davalos, D. (2013). *Diagnostico Fallas*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>

- Dávalos, D. (Cuenca de 2013). *Programación de transponder en sistemas inmobilizadores automotrices de ultima generación*. Averías principales: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>
- Dávalos, D. (Cuenca de 2013). *Programación de Transponder en sistemas inmobilizadores automotrices de ultima generacion*. Diagnosticos de Averías Principales: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>
- DHgate. (2020). . Programador de LLaves X100: <https://es.dhgate.com/product/obdstar-x100-pro-c-type-e-type-immobiliser/416479207.html>
- Disauto. (2010). *Corsa Evolution*. <https://disauto.ec/product/embrague-evolution-1-8-con-ruliman-luck/>
- El Comercio. (2021). *Delito de Robo y aumento en Vehículos*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/delito-robo-Vehículos-delincuencia-victimas.html>
- Electricidad Automotriz. (2013). *Electricidad automotriz*. Unidad de mando Inmovilizadora: <https://sena-electricidad.skyrock.com/1720754430-La-unidad-de-mando-del-inmovilizador.html>
- Electronica Automotriz*. (2020). Corriente bomba gasolina <https://unicrom.com/corta-corriente-para-bomba-de-gasolina-de-auto/>
- Electronicanet. (2018). Detector de proximidad. <https://www.electronicafacil.net/circuitos/Detector-de-proximidad-por-infrarrojos.html>
- Elmotor. (2021). Alcoholímetro antiarranque. <https://motor.elpais.com/conducir/que-es-el-alcoholimetro-antiarranque-y-cuando-sera-obligatorio/>
- Escudero, M. (2017). *Comunicación y atención al cliente 2.ª edición*. EuronCap. (s.f.). *EuronCap*. <https://www.euroncap.com/es/results/isuzu/d-max/41401>

- Fernández, P. (2019). *Seguridad humana en el sistema pasivo y activo*.
- Fernández, V. (2020). Seguridad activa en los carros: Evolución inteligente. *Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente*, 38-40.
- Finders, R. (2021). *Un vehículo homologado*. <https://rentingfinders.com/glosario/pick-up/>
- Fiscalía General del Estado. (2020). *Ecuador: Las cifras de robo*. Quito: Fiscalía General del Estado.
- Fiscalía General del Estado Ecuador. (Septiembre de 2021). *Ecuador y sus cifras de robo de Vehículos*. <https://www.fiscalia.gob.ec/estadisticas-de-robos/>
- Fiscalía Genral del Estado Ecuador. (Septiembre de 2021). *Ecuador y sus cifras de robo de Vehículos*. <https://www.fiscalia.gob.ec/estadisticas-de-robos/>
- Ford.Simone (2013). *Diferencias frenado automotriz*. <https://www.carsmagazine.com.ar/diferencias-reales-entre-frenar-con-y-sin-abs/#:~:text=En%20este%20tipo%20de%20suelo,5%25%20la%20distancia%20de%20frenado>
- Frigo, E. (2020). *Definición de Seguridad*. <https://www.gestiondelriesgo.com/artic/discipl/4163.htm>
- Galarza, W. (02 de 02 de 2020). Dispositivos de seguridad. (D. e. Universo, Entrevistador)
- González, C. (2020). *Dispositivos de seguridad activa y pasiva del vehículo* . <https://testcoches.es/ayuda/dispositivos-seguridad-activa-pasiva/>

González, V. (8 de Enero de 2019). *DiagnosisTips*.  
<https://www.diagnosis-tips.com/diagnosis-airbags/>

Google Maps. (8 de JUNIO de 2008). *Taller Automotriz MSG*.  
<https://www.google.com/maps/place/Taller+Automotriz+MSG/@-2.1309942,-79.8810585,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x79857fd115025047!8m2!3d-2.1309942!4d-79.8810585>

Guerrero, J. (2014). *Funcionamiento del Sistema inmovilizador*. Análisis de la programación del sistema inmovilizador mediante el protocolo J2534 para Vehículos Hyundai Accent.

Guerrero, Juan. (2014). *Unidad Lectora*. Análisis de programación del sistema inmovilizador mediante el protocolo J2534 para Vehículos Hyundai Accent:  
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4250/1/10809.pdf>

Guevara, G. (2014). *Principal funcionamiento de sistema Inmovilizador*. Análisis de programación del sistema inmovilizador mediante el protocolo J2534 para Vehículos Hyundai Accent.

Hella. (2020). Sensores y actuadores. <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-ABS-4074/#>

Ifromecánica Taller. (2020). *Programador de Llaves XTOOL X100 PRO*.  
<https://infomecanica.com.ar/productos/programador-de-llaves-xtool-x100-pro>

INEN. (2015). Normas y reglamentos *Normalizacion.gob.ec*.  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-034-4R.pdf>

Ivanov, V. (2015). A review of fuzzy methods in automotive engineering applications. *European Transport Research Review volume, 7(3), 1-10.*



Jimenez, P. (2017). *Técnicas básicas de mecánica de Vehículos*.

Jimenez, P. (2017). *Técnicas básicas de mecánica de Vehículos*.

Krantzer, H. (2019). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN TÉCNICA OBLIGATORIA* . <https://www.transporte.gob.ar/UserFiles/boletin/ANEXOS-RESOLUCION-RS-101-2019-SECGT/IF-RS-101-2019-SECGT-MTR-II.pdf>

Lascano, C. (2020). Propuesta para evaluar el nivel de seguridad en cruces ferroviarios a nivel. (*Master's thesis, PUCE*).

Lema Casa, E. O. (2018). *Sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación mobil*.

LoctiteTeroson. (2020). *Blog de reparacion de Vehículos*. <https://blog.reparacion-Vehículos.es/10-averias-mas-frecuentes-sistema-frenos-abs>

López, O. (2021). *Mecanica Bikeweb* 0. <https://es.scribd.com/document/545958922/mecanica-bikeweb-0>

Luna, A. (2020). *Implementación de un emulador para sistema de diagnóstico de ESPS*.

Machuca, Y. (2019). Sistema de seguridad activa. *Motor tecnológico*.

Made. (2019). *Launch X431 PAD III*. [https://es.made-in-china.com/co\\_lenkortech/product\\_2021-OBD-2-Full-System-Launch-X431-Pad-3-V2-0-X-431-Pad-III-2-0-V2-X-431-Pad3-Diagun-Master-Automotive-Auto-Scan-Diagnostic-Machine-Escaner-Car-Scanner-Tool\\_uonisnungg.html](https://es.made-in-china.com/co_lenkortech/product_2021-OBD-2-Full-System-Launch-X431-Pad-3-V2-0-X-431-Pad-III-2-0-V2-X-431-Pad3-Diagun-Master-Automotive-Auto-Scan-Diagnostic-Machine-Escaner-Car-Scanner-Tool_uonisnungg.html)

Martínez Gutierrez, L. (2019). *Prototipo de sistema de seguridad vehicular*.

Martínez, M. (2020). Propuesta de sistema de control para optimizar el acceso vehicular en el estacionamiento del centro comercial Plaza INTER (Managua).

- Maseos Cerrajero. (2021). *Llave Transponder*. <https://marcoscerrajero.com/sabes-que-es-y-como-funciona-una-llave-con-transponder/>
- Miratos. (2019). *Herramienta CK100*. <https://www.mk3.com/es/mk9910>
- Mitsubishi Motors. (2019). *¿Qué es y cómo funciona el sistema de frenos ABS?* <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/funcionamiento-frenos-abs/>
- Módulo Inmovilizador. (2020). *Módulo inmovilizador automotriz*. [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-819152466-modulo-inmovilizador-antena-llave-chip-08-15-captiva-orig-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-819152466-modulo-inmovilizador-antena-llave-chip-08-15-captiva-orig-_JM)
- Motorpasion. (2020). Definición del *NHTSA*. <https://www.motorpasion.com.mx/industria/nhtsa-lanza-app>.
- MundiCoche. (2020). Tipos de airbags. <https://mundicoche.com/airbag-que-es-caracteristicas-tipos-averias/>.
- Normalización, S. E. (2018). Leyes y normas Inen. <https://www.gob.ec/inen>.
- Paytan, H. (2020). Diseño de un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos para la empresa Tarrillo Barba SA Lima-Perú. *Dialnet*.
- Peñaherreta, L. (Junio de 2021). *Componentes principales de sistema inmovilizador*. Implementación de un proyecto de programación mediante un equipo electrónico para llaves y sistemas inmovilizadores de vehículos livianos: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4657/1/T-UIDE-0162.pdf>
- Peñaherreta, L. (Junio de 2021). *Componentes principales del sistema Inmovilizador*. Implementación de un Proceso de Programación mediante Equipo Electronico y Sistemas Inmovilizadores: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4657/1/T-UIDE-0162.pdf>

- Peñaherreta, L. (15 de Junio de 2021). *Implementación de un Proceso de Programación Mediante un Equipo y Sistemas Inmovilizadores*. Seguridad de Sistema Inmovilizador: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4657/1/T-UIDE-0162.pdf>
- Peralta Coraquilla, M. J. (2015). *Diseño e implementación de un control de bloqueo para un automóvil a Quito*: Universidad Tecnológica Israel.
- Primicias. (7 de Agosto de 2021). *Deliros frecuentes en el Ecuador*. Robo de Vehículos en la Ciudad de Guayaquil: <https://www.primicias.ec/noticias/en-exclusiva/robo-delitos-frecuentes-ecuador/>
- Pro, Q. (2019). Investigación descriptiva. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>
- Radio y TV. (2021). *Índice de vehículos mas sustraídos en la ciudad de Guayaquil*. <https://wlrtv.com/zonas-y-tipos-de-carros-que-mas-se-roban-en-guayaquil/>
- Rentería, A. (2019). Contribución al estudio de sistemas ultrasónicos y su aplicación a la seguridad activa en vehículos inteligentes.
- Rice. (2018). *Seguridad pasiva: los elementos que la componen - 20Minutos*. <https://www.20minutos.es/noticia/2823429/0/elementos-seguridad-pasiva/>
- Roche, J. (2020). *Análisis del desarrollo de la seguridad activa en los sistemas de freno y estabilidad en automotores livianos*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3621/1/10302.pdf>
- Romero, C. (2021). Diagramas de sistema inmovilizador automotriz. Guayaquil, Ecuador.

- Rosas, V. (2019). Diseño de sistema integral de seguridad vehicular: seguridad pasiva, seguridad activa y socorro inmediato para conductores y pasajeros de vehículos automotores. *Campo automotriz*, 47=53.
- Ruta, P. d. (2016). *Sistemas de seguridad en carreteras*. <https://www.pruebaderuta.com/sistemas-de-seguridad-en-el-automovil.php>
- SAETANET. (2019). *Escaner profesional Inyectronic CJ4*. <https://www.saetanet.com/item/escaner-profesional-inyectronic-cj4-para-venezuela-lee-corsa/>
- Sandoval Villamar, E. D., & Gómez Berrezueta, F. T. (2022). Diagnóstico de Principales Averías del Sistema Inmovilizador Automotriz. (*IMMO*).
- Santos, E. (2020). EL ULTRASONIDO Y SU APLICACIÓN . *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 1-4.
- Sapia, J. L. (Noviembre de 2002). *Manual Técnico Inmovilizador*. <https://es.slideshare.net/dcdwcwjc/manual-de-inmovilizadores>
- Sensores de presion. (Enero de 2020). *Sensores de presión*. <https://www.sensoresdepresion.top/2020/01/como-probar-un-sensor-abs-con-multimetro.html>
- Sinisterra, S. (2018). *Estudio de Factibilidad para el desarrollo de un circuito electrónico de seguridad antirobo en los vehículos de gasolina y diésel*. Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium.
- Slas, D. (3 de Diciembre de 2019). *Investigación Bibliográfica*. <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>

Vallejo, C. (20 de Febrero de 2014). *Inmovilizador Automotriz*. Construcción E Implementación De Un Simulador De Sensores Y Actuadores Del Motor, Abs, Aire Acondicionado e Inmovilizadores, para Reparar Computadoras Automotrices para la Escuela de Ingeniería Automotriz: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3360/1/65T00114.pdf>

Vehicle Lab. (2021). *Laboratorio de Vehículos*. <http://www.vehicle-lab.net/immobilizer.html>

Vizcaya. (2021). *La importancia de la tecnología en la seguridad de los vehículos*. <https://www.bat-tav.es/la-importancia-de-la-tecnologia-en-la-seguridad-de-los-Vehiculos/>

YonderAuto. (2017). *Puntos de seguridad en el vehículo*. <https://yonderauto.com/revista/los-25-puntos-de-seguridad-de-tu-coche-que-conviene-revisar-si-vas-a-salir-de-viaje/>

Zaragoza, R. T. (15 de enero de 2020). *Detector de somnolencia*. <https://revistacentrozaragoza.com/deteccion-de-somnolencia-y-distraccion-del-conductor-centinela-del-conductor/>

Zarzar, A. (2015). *Métodos y Pensamiento Crítico 1*.

