



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE AUTOMOTRIZ**

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MODELO PARA LA REVISIÓN TÉCNICA
VEHICULAR DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL ECUADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: KEVIN IGNACIO ORDOÑEZ PILAY
ALEXANDER ELIECER BRIONES QUISPE
TUTOR: ING. RENATO FIERRO JIMÉNEZ MSC.

Guayaquil – Ecuador
2026

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Ignacio Ordoñez Pilay con documento de identificación N° 0951300441 y Alexander Eliecer Briones Quispe con documento de identificación N° 0953199882; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2026.

Atentamente,



Kevin Ignacio Ordoñez Pilay

0951300441



Alexander Eliecer Briones Quispe

0953199882

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Kevin Ignacio Ordoñez Pilay con documento de identificación No. 0951300441 y Alexander Eliecer Briones Quispe con documento de identificación No. 0953199882, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Desarrollo de una propuesta de modelo para la revisión técnica vehicular de vehículos eléctricos en el Ecuador” , el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2026

Atentamente,



Kevin Ignacio Ordoñez Pilay

0951300441



Alexander Eliecer Briones Quispe

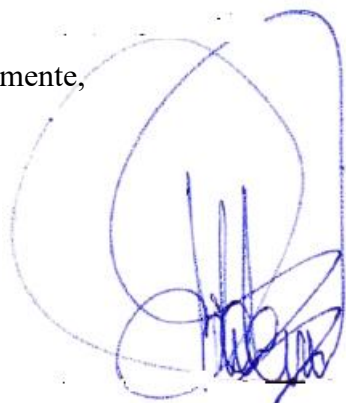
0953199882

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pablo Renato Fierro Jiménez con documento de identificación N° 1103588578, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación **DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MODELO PARA LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL ECUADOR**, realizado por Kevin Ignacio Ordoñez Pilay con documento de identificación N° 0951300441 y por Alexander Eliecer Briones Quispe con documento de identificación N° 0953199882, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2026

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a vertical stroke, positioned to the right of the word 'Atentamente,'.

Ing. Pablo Renato Fierro Jiménez

1103588578

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, cuyo sacrificio, amor incondicional y apoyo incondicional han sido el eje principal de mi formación personal y profesional. Ustedes que me enseñaron que con esfuerzo y perseverancia todo es posible y que por eso les debo no solo este trabajo y este objetivo, sino cada paso que he dado en la vida. Sin su ejemplo de trabajo arduo y dedicación, me habría costado más alcanzar esta meta. A mi amada pareja, por ser mi fiel compañera a lo largo de este camino, por su interminable paciencia, por su comprensión en mis momentos de ausencia y por esos momentos de motivación que me empujaron hacia adelante en esos días difíciles. Tu amor y confianza fueron luz en este recorrido académico.

Este triunfo es también vuestro. Con todo mi cariño y un agradecimiento eterno.

Kevin Ignacio Ordoñez Pilay

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a mi madre, cuyo amor incondicional, sacrificio y fortaleza me han servido de impulso a lo largo de toda mi carrera académica; gracias por cada desvelo, por cada palabra de aliento y por mostrarme que los sueños se hacen realidad con dedicación y humildad. Este logro es producto del esfuerzo tangible de mi madre y de una fe inquebrantable en mí. A mi tío, por ser un gran guía en mi vida, por brindarme su apoyo y por ser incluso en los momentos de duda, quien supo creer en mis capacidades. Su ejemplo de lucha y su generosidad son el legado que me dejó en el camino que voy recorriendo. A mi abuelo, a quien quiero grandemente, sus experiencias han guiado mis pasos. Su sabiduría, sus enseñanzas y su apoyo permanecen en mi corazón.

Este triunfo también es de ustedes. Con todo mi amor y gratitud eterna.

Alexander Eliecer Briones Quispe

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer enormemente a la Universidad Politécnica Salesiana, mi alma máter, por ofrecerme una formación integral sustentada en valores humanos y de excelencia académica, y por ser el lugar donde fui creciendo profesionalmente para estos años de carrera. A mi tutor, el Ing. Renato Fierro Jiménez, MSc. por su guía especializada, dedicación y por compartir valiosas enseñanzas que fueron determinantes para culminar con éxito este proyecto técnico. Su conocimiento y acompañamiento fueron trascendentes en cada una de las etapas de esta investigación. A mis padres por ser parte de éste inquebrantable apoyo y por siempre creer en mí. A mi pareja por su amor y su paciencia, así como sus palabras de estimularme en los momentos más difíciles. A mi compañero de tesis, Alexander Briones por el trabajo en grupo, la constancia y la amistad que compartimos.

Por último, agradezco a todas las personas que, de una manera u otra, contribuyeron a la realización de este sueño. Gracias por ser parte de este proceso.

Kevin Ignacio Ordoñez Pilay

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi mayor agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana por proporcionarme una formación de calidad que no solo me ha permitido llegar a ser un profesional, sino que también me ha ayudado a formarme como una persona con valores y con compromiso social.

A mi tutor, el Ing. Renato Fierro Jiménez, MSc., por ser una persona paciente, dedicada y ofrecer una guía digna de aceptación y admiración durante toda la ejecución de este proyecto. Todo su conocimiento y experiencia contribuyeron para que los objetivos planteados se logren.

A mi madre, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración y a quien reconozco como pilar incondicional en cada etapa de mi vida. A mi tío, a quien reconozco por brindarme su apoyo constante y empujarme a seguir adelante. A mi abuelo, a quien reconozco por las vivencias y todo el amor que siempre me ha inculcado.

A mi compañero de proyecto de grado, Kevin Ordoñez, por el trabajo en equipo, por la perseverancia compartida y por la amistad que establecimos en este camino. A mis amigos y seres queridos, por el aliento y la compañía que nunca dejaron de lado para mí.

Gracias a todos los que hicieron posible este logro. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo que llevaré siempre en el corazón.

Alexander Eliecer Briones Quispe

RESUMEN

La escasez de normativas en el sistema de Revisión Técnica Vehicular (RTV), que se basa en la NTE INEN 2349, ha sido evidenciada por el crecimiento acelerado del parque automotor de vehículos eléctricos en Ecuador. Este estándar no contiene criterios concretos para valorar los sistemas de alta tensión, las baterías de tracción ni los elementos de seguridad eléctrica que son únicos a esta tecnología. Esta limitación genera vacíos técnicos en los centros de revisión de vehículos y también riesgos potenciales para la seguridad vial y eléctrica.

La investigación se justifica frente a este problema por la necesidad de diseñar un modelo técnico de RTV que se ajuste a normas globales como la UNECE R100, la IEC 61851 y la ISO 6469. Este modelo debe garantizar condiciones adecuadas de seguridad eléctrica y funcionamiento, así como ser compatible con las especificaciones tecnológicas de los vehículos eléctricos, con el fin de alcanzar una meta general, se ideó un modelo específico de RTV para autos eléctricos en Ecuador. Los propósitos específicos que se definieron fueron: identificar el marco regulador nacional e internacional pertinente; caracterizar las especificaciones técnicas de los autos eléctricos registrados entre 2024 y 2025, utilizando información del SRI y la AEADE; y crear un protocolo de inspección técnica que incluya criterios cuantificables, procedimientos de verificación y requisitos operativos. Según los resultados, el parque automotor eléctrico, que está formado por 8.057 unidades, tiene una estandarización tecnológica elevada; el 99% de estos vehículos incluye sistemas de seguridad, como HVIL y monitoreo de aislamiento. Como consecuencia de estos descubrimientos, se sugiere un modelo de RTV que consta de cinco etapas: la visual, la revisión de documentos, la eléctrica, la diagnóstica y la de los sistemas propulsores. Este modelo incluye parámetros técnicos, como la resistencia del aislamiento y el estado de salud de la batería, así como equipos especializados. La propuesta es una base técnica para la modernización de las regulaciones ecuatorianas, con el fin de mejorar la seguridad vial y respaldar el avance sostenible de la electromovilidad.

Palabras clave: vehículos eléctricos, revisión técnica vehicular, normativa, seguridad eléctrica, Ecuador.

ABSTRACT

The lack of regulations in the Vehicle Technical Inspection (RTV) system, which is based on NTE INEN 2349, has been highlighted by the rapid growth of the electric vehicle fleet in Ecuador. This standard does not contain specific criteria for evaluating high-voltage systems, traction batteries, or electrical safety elements unique to this technology. This limitation creates technical gaps in vehicle inspection centers and potential risks to road and electrical safety.

This research is justified by the need to design a technical RTV model that conforms to global standards such as UNECE R100, IEC 61851, and ISO 6469. This model must guarantee adequate electrical safety and operating conditions and be compatible with the technological specifications of electric vehicles. To achieve this overall goal, a specific RTV model for electric cars in Ecuador was devised. The specific objectives defined were: to identify the relevant national and international regulatory framework; This study aimed to characterize the technical specifications of electric vehicles registered between 2024 and 2025, using information from the Ecuadorian Internal Revenue Service (SRI) and the Ecuadorian Association of Electric Vehicle Manufacturers (AEADE), and to create a technical inspection protocol that includes quantifiable criteria, verification procedures, and operational requirements. The results indicate that the electric vehicle fleet, comprising 8,057 units, exhibits a high level of technological standardization; 99% of these vehicles include safety systems such as High Vibe Insulation Level (HVIL) and insulation monitoring. Based on these findings, a five-stage vehicle inspection model is proposed: visual inspection, document review, electrical inspection, diagnostic inspection, and propulsion system inspection. This model includes technical parameters such as insulation resistance and battery health, as well as specialized equipment. The proposal provides a technical basis for modernizing Ecuadorian regulations to improve road safety and support the sustainable development of electromobility.

Keywords: electric vehicles, vehicle technical inspection, regulations, electrical safety, Ecuador.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
GLOSARIO	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION	1
1.1. Problemática	1
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivos Generales y Específicos	7
a. Objetivo General	7
b. Objetivos específicos	7
2. CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO DEL MARCO NORMATIVO DE RTV	8
2.1. Diagnóstico Internacional	8
2.1.1. Estándares UNECE Globales	8
2.1.2. Recomendaciones CITA	10
2.1.3. Estándares de Inspección Técnica	10
2.1.4. Normativa base: KMVSS	11
2.1.5. JIS y JASO	11
2.1.6. ISO/IEC 17020 (organismos de inspección)	12
2.1.7. Procedimientos globales como WLTP	14
2.1.8. Integración en RTV Global	15
2.1.10. Diferencias EPA vs WLTP	16
2.1.11. Normas Técnicas de VE relevantes	16
2.2. Diagnóstico en Latinoamérica	22

2.2.1. Normas y resoluciones con aplicación técnica y electromovilidad.	23
2.2.2 Normas y resoluciones con aplicación en revisión técnica y electromovilidad.	24
2.3. Diagnóstico en Ecuador.	26
2.3.1. Desafíos y Propuestas.	27
2.3.2. Marco Normativo General	27
2.3.3. Normas Técnicas INEN aplicables.	29
2.3.4. Emisiones y Aspectos Ambientales.	30
2.3.5. Normas Técnicas Clave para la Propulsión Eléctrica (Adopciones).....	30
2.3.6. Análisis de Vacíos	30
2.3.7. Falta de criterios RV específicos para VE.	30
2.4. Análisis Comparativo.	31
3. CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE PARQUE AUTOMOTOR.....	41
3.1. Alcance y metodología de la caracterización	41
3.1.1. Metodología de levantamiento y análisis de parque automotor.	42
3.1.2. Criterios de clasificación tecnológica.	44
• Sistema de almacenamiento de energía:	44
• Sistema eléctrico de alta tensión	45
• Sistema de propulsión eléctrica	45
• Sistema de frenado regenerativo	45
• Sistema de carga del vehículo eléctrico	45
• Conectores e interfaz de carga.	45
• Sistema de seguridad eléctrica	45
• Sistema térmico y de refrigeración	46
3.1.3. Descripción de parque automotor eléctrico analizado.....	46
• Ingresos de VE en el Ecuador en el año 2024 y 2025 registros SRI [60].	46
• Estadísticas de ingreso de VE al Ecuador 2025.....	48

• Venta de VE en el país, en los años 2024 y 2025 reporte AEADE	50
3.1.4. Consolidación del catastro tecnológico	56
4. CAPÍTULO IV. MODELO DE RTV.....	64
4.1. Fases Operativas del Modelo RTV-VE	65
4.2. Matriz de responsabilidades y personal.....	84
4.3. Flujograma de proceso de inspección.....	85
4.4. Resultado. Formato de RTV de VE.....	89
4.5. Cronograma	91
4.6. Presupuesto	92
5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1. Conclusiones	93
5.2. Recomendaciones	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS	102

GLOSARIO

ISO: International Organization for Standardization.(Organización Internacional de Normalización).

SAE: Society of Automotive Engineers. (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

IEC: International Electrotechnical Commission. (Comisión Electrotécnica Internacional).

KMVSS: Korea Motor Vehicle Safety Standards. (Normas de seguridad de vehículos motorizados de Corea).

RTV: Revisión técnica Vehicular.

LOTTTSV: Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

JIS: Japanese Industrial Standards. (Normas Industriales Japonesas).

JASO: Japanese Automotive Standards Organization. (Organización Japonesa de Normas Automotrices).

UNECE: United Nations Economic Commission for Europe. (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa).

GTR: Global Technical Regulations. (Reglamentos Técnicos Globales).

SOH: State of Health. (Estado de Salud de la batería).

SOC: State of Charge. (Estado de Carga).

BMS: Battery Management System. (Sistema de Gestión de Baterías).

VE: Electric Vehicle.

FMVSS: Federal Motor Vehicle Safety Standards. (Normas federales de seguridad de vehículos motorizados).

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

BEV: Battery Electric Vehicle (Vehículo Eléctrico de Batería).

GB: Guobiao. (Garantizan la seguridad, calidad y compatibilidad técnica dentro del mercado chino).

ANT: Agencia Nacional de Tránsito.

GADs: Gobierno Autónomo Descentralizado.

EVSE: Electric Vehicle Supply Equipment. (Equipo de Suministro de Vehículos Eléctricos).

RUNT: Registro Único Nacional de Tránsito.

SOAT: Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito.

RTM: Revisión Técnico-Mecánica.

DTCs: Diagnostic Trouble Codes. (códigos de diagnóstico de fallas).

EPA: Agencia de Protección Ambiental.

WLTP: Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure. (Procedimiento Mundial Armonizado para Ensayos de Vehículos Ligeros).

REESS: Rechargeable Energy Storage System. (Sistema de Almacenamiento de Energía Recargable).

CA: Corriente Alterna.

CC: Corriente Continua.

VOC: Volatile Organic Compounds. (Compuestos Orgánicos Volátiles).

RoHS: Restriction of Hazardous Substances. (Restricción de Sustancias Peligrosas).

MEGGER: Megohmetro.

CCC: China Compulsory Certification. (Certificación obligatoria de China).

Megóhmetro: El instrumento de medidas eléctricas (conocido como megóhmetro o megger o tester de aislamiento), se utiliza para medir la resistencia de aislamiento de cables, motores, transformadores y equipos eléctricos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Normativas internacionales de RTV de VE.	21
Fig. 2. Normativas regionales de regiones latinoamericanas. [23]	26
Fig. 3. Normativas de RTV en el Ecuador.....	39
Fig. 4. Flujograma de obtención de datos para formación de catastro del parque automotor y tecnología.....	44
Fig. 5. Ingresos de VE al Ecuador año 2024.....	47
Fig. 6. Ingresos de VE al Ecuador del año 2025.....	49
Fig. 1. Tabla de ventas mensuales del año 2022, 2023, 2024 en el Ecuador	51
Fig. 8. Provincias del Ecuador con mayores ventas.....	52
Fig. 9. Comparación de ventas de VE en el Ecuador año 2025 y 2024.....	53
Fig. 10. Rango de Voltajes presente en la arquitectura eléctrica del VE.....	60
Fig. 11. Flujograma de proceso para la inspección de RTV propuesta.....	85
Fig. 12. Formato de RTV para VE en el Ecuador.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I ESTANDARES INTERNACIONALES Y PROPOSITOS; ¡Error! Marcador no definido.	
TABLA II SEGURIDAD Y DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO	14
TABLA III NORMATIVAS INTERNACIONALES Y PROPOSITOS; ¡Error! Marcador no definido.	
TABLA IV DIAGNOSTICO RTV EN LATINOAMERICA	22
TABLA V NORMATIVAS DE SISTEMA DE CARGA Y SEGURIDAD EN VE	24
TABLA VI NORMATIVAS UTILIZADAS PARA RTV EN ECUADOR	321
TABLA VII BRECHAS NORMATIVAS ECUADOR VS. ESTÁNDARES INTERNACIONALES (RTV PARA VE).....	33
TABLA VIII SISTEMAS REVISADOS EN RTV DE ECUADOR.....	35
TABLA IX OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE DATOS REQUERIDOS	42
TABLA X MARCAS PRESENTES DEL 2024 DE VE EN EL ECUADOR	47
TABLA XI MARCAS PRESENTES DEL 2025 DE VE.....	49
TABLA XII VENTAS DE VE EN EL ECUADOR DEL AÑO 2024	51
TABLA XIII MARCAS DE VE MÁS VENDIDAS DEL AÑO 2024	53
TABLA XIV TOP 20 MODELOS DE VE MÁS VENDIDOS EN EL ECUADOR AÑO 2025	55
TABLA XV TIPOS DE BATERIA EXISTENTE EN LOS VE EN EL ECUADOR	57
TABLA XVI TIPOS DE VOLTAJE EXISTENTES EN LOS VE EN EL ECUADOR.....	57
TABLA XVII TIPOS DE PROPULSION EXISTENTE EN LOS VE EN EL ECUADOR	58
TABLA XVIII NUMERO DE MOTORES PRESENTES EN UN VE EN EL ECUADOR..	59
TABLA XIX SISTEMA DE CARGA PRESENTES EN UN VE EN EL ECUADOR.....	59
TABLA XX CONECTORES AC PRESENTES EN EL ECUADOR.....	59
TABLA XXI CONECTORES DC PRESENTES EN EL ECUADOR.....	59
TABLA XXII ARQUITECTURA ELECTRICA PRESENTES EN VE DEL ECUADOR...	62
TABLA XXIII SEGURIDAD ELECTRICA PRESENTES EN VE DEL ECUADOR.....	62
TABLA XXIV FASE 1. INSPECCION DOCUMENTAL DE LA RTV DE VE.....	66
TABLA XXV FASE 2. INSPECCION VISUAL EXTERNA DE LA RTV DE VE..... ¡Error! Marcador no definido.	

TABLA XXVI FASE 3. INSPECCION ELECTRICA DE LA RTV DE VE.....	;	Error! Marcador no definido.
TABLA XXVII FASE 4. DIAGNOSTICO ELECTRONICO DE LA RTV DE VE.....		79
TABLA XXVIII FASE 5. INSPECCION DE SISTEMA DE PROPULSION Y FRENO REGENERATIVO DE LA RTV DE VE.....		;
		Error! Marcador no definido.
TABLA XXIX MATRIZ DE RESPONSABILIDADES Y PERSONAL PARA UN CENTRO DE RTV.....		;
		Error! Marcador no definido.
TABLA XXX CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE ANTEPROYECTO		92
TABLA XXXI PRESUPUESTO DE LAS NORMATIVAS ADQUIRIDAS PARA EL PROYECTO		92
TABLA XXXII DE ANEXOS: CATASTRO DE PARQUE AUTOMOTOR ELÉCTRICO DEL 2025 OBTENIDO DE BASE DE DATOS DEL SRI		107
TABLA XXXIII DE ANEXOS: CATASTRO DE PARQUE AUTOMOTOR ELÉCTRICO DEL 2025 OBTENIDO DE BASE DE DATOS DEL SRI.....		107

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION

El presente capítulo 1 trata sobre el contexto que sustenta la investigación, analizando la problemática asociada a la RTV aplicada a los VE y la necesidad de su adecuación al entorno ecuatoriano. Asimismo, se expone la justificación del estudio, destacando la relevancia técnica, normativa de desarrollar un modelo de RTV específico que responda a las características propias de esta tecnología y contribuya al fortalecimiento de la seguridad vial y la movilidad sostenible.

1.1. Problemática

El cambio climático constituye una de las principales preocupaciones a nivel mundial, debido a que alcanza escalas críticas. El sector automotriz se identifica como uno de los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, dado que depende mayoritariamente del uso de combustibles fósiles [1]. En este contexto, la adopción de la tecnología de vehículos eléctricos (VE, por sus siglas en inglés) se presenta como una alternativa viable para reducir la huella de carbono y mitigar los efectos del calentamiento global. No obstante, a pesar del crecimiento en la venta y circulación de vehículos eléctricos, numerosos países carecen de regulaciones adecuadas que contemplen la revisión técnica específica de esta tecnología, lo cual compromete su rendimiento y seguridad [2].

En el ámbito latinoamericano, la situación resulta aún más compleja, ya que la región enfrenta desafíos significativos relacionados con la infraestructura de transporte y la implementación de políticas ambientales efectivas. La ausencia de un marco normativo claro para la revisión técnica de vehículos eléctricos limita la adopción de tecnologías limpias [3]. En muchos países, los gobiernos no establecen criterios específicos para evaluar el estado operativo y la seguridad de los VE, lo que genera un vacío regulatorio. Adicionalmente, la limitada inversión en infraestructura de carga y mantenimiento restringe su uso eficiente y seguro, lo cual contribuye a la desconfianza de los consumidores. Como consecuencia, la tasa de adopción de vehículos eléctricos en la región se mantiene por debajo de la observada en otras zonas del mundo donde se implementan políticas más agresivas y efectivas [4].

En el caso de Ecuador, el país implementa incentivos para la adquisición de vehículos eléctricos, tales como exenciones fiscales y programas de financiamiento. Sin embargo, la ausencia de un modelo de revisión técnica específico para este tipo de vehículos limita su

seguridad y eficacia [5]. Esta falta de regulación genera incertidumbre entre los usuarios y puede derivar en problemas de seguridad pública, considerando que los vehículos eléctricos requieren evaluaciones distintas a las de los vehículos de combustión interna. Componentes como las baterías, los sistemas de gestión de energía y el software de control resultan críticos para el funcionamiento seguro de los VE y deben ser evaluados de manera rigurosa [6].

La necesidad de establecer un modelo de revisión técnica vehicular adaptado a las características específicas de los vehículos eléctricos en Ecuador resulta urgente. Dicho modelo debe considerar no solo la seguridad y el rendimiento, sino también el impacto ambiental de estos vehículos. La falta de un enfoque integral puede derivar en deficiencias de seguridad, eficiencia y sostenibilidad, afectando la percepción pública de la electromovilidad y limitando su adopción [7].

En el contexto de inspección técnica de VE, se han propuesto métodos que combinan señales eléctricas y térmicas para diagnosticar fallas internas en las baterías, lo cual es relevante para la RTV porque estos métodos permiten detectar defectos que no son visibles en pruebas convencionales [8]. Un aspecto crítico en la RTV de VE es la evaluación del aislamiento de los sistemas de alto voltaje para evitar descargas o fallos por estrés térmico o eléctrico. Investigaciones han analizado cómo las condiciones ambientales (como humedad o vibración) afectan el aislamiento, proporcionando criterios útiles para inspecciones técnicas [9].

En relación con la revisión técnica vehicular aplicada a los vehículos eléctricos, la literatura científica reciente evidencia que los modelos tradicionales de inspección diseñados para vehículos de combustión interna son insuficientes para evaluar de manera adecuada los sistemas eléctricos y electrónicos de alto voltaje propios de los VE. Por ejemplo, estudios que analizan la inspección de calidad y monitoreo de vehículos eléctricos bajo una visión de energía verde destacan la importancia de establecer criterios metodológicos de inspección que consideren componentes eléctricos y procesos de diagnóstico específicos para VE [10]. Además, trabajos técnicos relacionados con la gestión de calidad e inspección de vehículos eléctricos ponen énfasis en la necesidad de sistemas de inspección más integrales que incluyan la verificación de parámetros de seguridad eléctrica, diagnóstico de sistemas de potencia y análisis de datos operativos para detectar anomalías de funcionamiento [10].

La investigación [11] propone un ciclo de inspección rápido basado en datos dinámicos de conducción para evaluar la seguridad operativa de vehículos eléctricos, lo que representa

una aproximación técnica que puede apoyar futuros modelos de RTV, en particular para evaluar aspectos cinemáticos relacionados con la estabilidad de conducción y respuesta del sistema de frenado.

La revisión de tecnologías de detección de seguridad de baterías [12] Presenta un análisis detallado de métodos de pruebas (mecánicas, térmicas y eléctricas) que son fundamentales para la seguridad de los paquetes de baterías de los VE, siendo estos criterios claves a considerar en cualquier modelo de RTV que evalúe riesgos de falla térmica o cortocircuitos. Los estándares industriales para baterías de vehículos eléctricos describen procedimientos técnicos para evaluar condiciones operativas, envejecimiento y comportamientos en escenarios de abuso (como pruebas de cortocircuito, sobrecarga y temperatura), proporcionando una base técnica para criterios de inspección y certificación de componentes críticos en RTV [13].

El desarrollo de métodos de evaluación no destructiva para baterías de iones de litio permite determinar el estado de salud (SOH) y detectar anomalías sin deteriorar las celdas, lo cual es relevante para inspecciones técnicas periódicas que evalúen la seguridad y confiabilidad de los sistemas de almacenamiento de energía en VE, un aspecto que podría incluirse como criterio en un modelo de RTV. [14].

En relación con la seguridad de las baterías en vehículos eléctricos, diversos estudios destacan que los riesgos asociados a las baterías de ión-litio, tales como incendios, fuga térmica, degradación acelerada y fallas del sistema de gestión de baterías (BMS), deben ocupar un rol central en cualquier modelo de revisión técnica vehicular. [1] En este estudio se realizó una revisión sistemática de riesgos y políticas de seguridad, concluyendo que los principales peligros corresponden al thermal runaway, incendios por cortocircuitos y problemas asociados al peso y al bajo nivel sonoro de operación, recomendando protocolos de inspección diferenciados para VE. [15] Efectuaron una revisión exhaustiva de estándares internacionales de pruebas de abuso, recopilando ensayos eléctricos, mecánicos, de vibración, impacto y sobrecarga, los cuales constituyen la base para criterios técnicos de inspección y homologación. De forma complementaria, [7] En este estudio identifican parámetros críticos del BMS, tales como el estado de carga (SOC), el estado de salud (SOH), el balanceo de celdas y los sistemas de alarma, que deben incorporarse como indicadores medibles dentro de una inspección técnica para VE. En conjunto, estos estudios establecen que la condición eléctrica y térmica de las

baterías debe desempeñar un papel central en el diseño de protocolos específicos de revisión técnica para electromovilidad.

En el ámbito de la seguridad del proceso de carga, la literatura resalta la necesidad de que la inspección técnica incluya la evaluación de la integridad del sistema de recarga, los conectores, el aislamiento y los dispositivos de protección. [16] Se realizó una revisión bibliográfica sobre incidentes y tecnologías de protección en la recarga de VE, concluyendo que resulta fundamental verificar los conectores, la comunicación VE–EVSE y las protecciones eléctricas, como interruptores diferenciales y sensores térmicos.

En cuanto a normas y ensayos aplicables, los protocolos internacionales de pruebas y homologación proporcionan un sustento técnico relevante para la adaptación de un modelo de revisión técnica vehicular orientado a los VE. [15] Se realizaron pruebas como impacto, compresión, calentamiento, cortocircuito y sobrecarga, que representan referencias sólidas para evaluar la integridad del paquete de baterías. Adicionalmente, estudios recientes [17] Demuestran que el estado del cargador embarcado y su compatibilidad con la infraestructura local deben considerarse dentro del modelo de RTV para garantizar un funcionamiento seguro y estable del sistema eléctrico.

EL estudio [18] De revisión que analiza los mecanismos de falla térmica y eléctrica de las baterías de ion-litio utilizadas en vehículos eléctricos, desde una perspectiva de seguridad vehicular, el trabajo concluye que la detección temprana de fallas térmicas y eléctricas es crítica para la seguridad del VE, recomendando la incorporación de inspecciones específicas del sistema de baterías y monitoreo de variables clave como temperatura y voltaje, relevantes para modelos de RTV. Este estudio se encuentra enfocado en gestión energética, este trabajo, el estudio, evidencia que los datos proporcionados por el diagnóstico electrónico pueden ser utilizados como soporte técnico para procesos de inspección vehicular, permitiendo una RTV más objetiva y basada en datos reales de funcionamiento. Aborda el uso de sistemas de diagnóstico embarcado (OBD) para monitorear el estado de sistemas eléctricos y electrónicos en vehículos eléctricos [19].

En Ecuador, los estudios sobre el desempeño real de los vehículos eléctricos aportan parámetros relevantes para la adaptación del modelo de revisión técnica a las condiciones locales. [20] Realizaron pruebas de campo en la ciudad de Quito, evaluando consumo, autonomía y comportamiento térmico de un vehículo eléctrico a diferentes altitudes, e

identificaron variaciones significativas asociadas a este factor geográfico. Por su parte, el estudio [21] analizó las flotas de empresas ecuatorianas, comparando vehículos eléctricos y de combustión interna, y evidenció beneficios operativos y ambientales que respaldan la incorporación de indicadores de sostenibilidad dentro de la RTV.

Finalmente, las inspecciones técnicas vehiculares convencionales en Ecuador aportan información útil para la transición hacia un sistema adaptado a los vehículos eléctricos. [22] Analizaron registros de inspección en la ciudad de Cuenca e identificaron fallas mecánicas con alta incidencia en siniestros, demostrando que la estructuración y priorización de categorías de fallas permiten desarrollar matrices de riesgo aplicables también a sistemas eléctricos.

Esta brecha normativa y técnica, evidenciada en los reglamentos actuales de revisión técnica vehicular basados en normas orientadas a vehículos de combustión interna, pone de manifiesto la necesidad de desarrollar un modelo específico de RTV para vehículos eléctricos en Ecuador. Dicho modelo debe considerar las particularidades de su diseño, como los sistemas de alta tensión, las baterías y los componentes electrónicos de control, garantizando evaluaciones objetivas acordes con su tecnología. La ausencia de este marco especializado genera un escenario en el que un número creciente de vehículos eléctricos circula sin una certificación formal que verifique el cumplimiento de criterios técnicos y de seguridad propios de su categoría, lo cual compromete la seguridad vial, la confianza ciudadana y el desarrollo ordenado de la electromovilidad en el país.

1.2. Justificación

El beneficio de este estudio radica en mejorar la seguridad vial al garantizar que los vehículos eléctricos cumplan con los estándares de seguridad establecidos. Asimismo, contribuye a la movilidad sostenible, ya que la existencia de un marco regulatorio claro incentiva la adopción de este tipo de vehículos y promueve un sistema de transporte más ecológico. Esta necesidad se evidencia en la urgencia de adecuar la Revisión Técnica Vehicular (RTV) a las características propias de los vehículos eléctricos, considerando que los protocolos actuales se enfocan principalmente en criterios asociados a vehículos de combustión interna y no evalúan elementos esenciales de esta tecnología. En este contexto, el estudio propone un modelo de RTV específico para vehículos eléctricos, con el objetivo de asegurar una

evaluación precisa de sus componentes, apoyar la transición hacia la electromovilidad y contribuir a la modernización del marco regulatorio nacional.

Las ventajas que ofrece la investigación se reflejan en el desarrollo de un enfoque moderno y especializado, basado en tecnologías actuales de diagnóstico eléctrico; en la adecuación del modelo a las capacidades y limitaciones de los centros de RTV del país; en la incorporación de criterios técnicos internacionales; y en la formulación de procedimientos objetivos que permitan superar las revisiones subjetivas o incompletas que se aplican actualmente.

El alcance del estudio contempla el diseño de un modelo integral de revisión técnica vehicular orientado exclusivamente a vehículos eléctricos, que incluye protocolos específicos para evaluar el estado de salud de la batería (SoH), el funcionamiento del sistema de gestión de baterías (BMS), la integridad del aislamiento de alta tensión, el sistema de carga, la electrónica de potencia y los mecanismos de frenado regenerativo. Asimismo, considera la elaboración de procedimientos estandarizados, flujogramas de inspección, listas de verificación y la definición del equipamiento técnico mínimo necesario. Adicionalmente, se plantean recomendaciones normativas y operativas que permiten a las autoridades competentes incorporar estos lineamientos en futuras actualizaciones de los reglamentos nacionales de RTV.

Este enfoque integral beneficia no solo a los usuarios, sino que también aporta ventajas significativas a instituciones como la Agencia Nacional de Tránsito, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los centros de revisión técnica vehicular, los fabricantes e importadores de vehículos eléctricos y sus componentes, así como a los centros de servicio y mantenimiento automotriz. De igual manera, la sociedad en general se ve favorecida al disponer de un parque vehicular más seguro, eficiente y ambientalmente responsable, lo cual contribuye al desarrollo de un entorno más seguro y sostenible.

La investigación se delimita al contexto ecuatoriano, enfocándose en los procedimientos y capacidades de los centros de RTV del país y circunscribiéndose exclusivamente a vehículos cien por ciento eléctricos (BEV), excluyendo de su alcance a vehículos híbridos enchufables y a vehículos híbridos convencionales. El análisis se realiza con base en la normativa nacional vigente hasta el año 2024 y en los estándares internacionales aplicables, especialmente los emitidos por organismos como UNECE, ISO y SAE. El estudio

se limita al diseño técnico y propositivo del modelo de RTV, sin contemplar su implementación práctica en centros de inspección.

Este proyecto se desarrolla en la Universidad Politécnica Salesiana durante el período académico 67, que inicia en el mes de octubre y culmina en el mes de marzo.

1.3. Objetivos Generales y Específicos

a. Objetivo General

Desarrollar una propuesta de modelo para la revisión técnica vehicular de vehículos eléctricos en el Ecuador, mediante análisis del marco regulatorio internacional y caracterización del parque automotor.

b. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del marco normativo y técnico que regula la RTV en el Ecuador, mediante el análisis documental de las normas.
- Caracterizar técnicamente el parque vehicular eléctrico registrado en Ecuador, clasificándolo según las tecnologías y prestaciones con el fin de identificar los parámetros críticos que deben ser evaluados en la revisión técnica.
- Diseñar un modelo normativo técnico para la revisión vehicular de vehículos eléctricos en el Ecuador, basado en los hallazgos del diagnóstico y el análisis comparativo internacional.

2. CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO DEL MARCO NORMATIVO DE RTV

En este capítulo se revisarán las normativas de RTV nacional y normativas RTV de VE internacionales para poder analizar y utilizarlas para nuestro modelo de RTV que se propondrá

2.1. Diagnóstico Internacional.

El diagnóstico internacional para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en vehículos eléctricos se centra en inspecciones específicas de baterías de tracción, sistemas de alto voltaje (HV), software de gestión y frenos regenerativos, adaptando normas tradicionales a la electromovilidad. Estas evaluaciones buscan garantizar seguridad eléctrica, integridad de componentes y ausencia de riesgos como fugas o propagación térmica, alineadas con estándares globales como los de UNECE.

2.1.1. Estándares UNECE Globales

UNECE promueve regulaciones globales (GTR) para seguridad post accidente en vehículos eléctricos, enfocadas en sistemas REESS (baterías recargables), con pruebas de propagación térmica y descargas eléctricas seguras. Estas normas abordan riesgos de alto voltaje y fallos operativos, aplicables en inspecciones técnicas periódicas sin desarme, y se integran en recomendaciones para categorías M, N y O. Incluyen verificación de marcas HV, frenado regenerativo y almacenamiento residual de energía.

- UNECE y acuerdos técnicos internacionales.

La UNECE opera principalmente a través de dos mecanismos de acuerdo internacional para la fabricación de vehículos: el Acuerdo de 1958 y el Acuerdo de 1998.

- La UNECE R100

Establece los requisitos para que las baterías y el tren motriz eléctrico sean resistentes a choques, vibraciones, sobrecarga y fuego. Esto sirve para:

- Fijar Protocolos de Seguridad: Indicar al personal de RTV que debe inspeccionar la integridad física de la batería (si hay daños por impacto) y el cableado (color naranja).
 - Establecer Límite de Aislamiento: Define los valores mínimos de resistencia de aislamiento que deben existir entre el sistema HV y la carrocería del vehículo (referenciando principios de ISO 6469), garantizando que el vehículo no represente un riesgo de electrocución para el conductor, ocupantes o el inspector [23].
- UNECE R13-H: Frenado Regenerativo

Este reglamento regula cómo los vehículos eléctricos utilizan sus motores para frenar y recuperar energía, seguridad asegura que el frenado regenerativo sea compatible con el sistema ABS y que el vehículo mantenga la estabilidad incluso si la batería está llena y no puede absorber más energía.

A continuación, en la Tabla I trata sobre las normativas internacionales UNECE el cual indica el tema que analiza y el propósito en una RTV, estas normas son importantes para el desarrollo de nuestras RTV ya que en países desarrollados están en uso [24].

TABLA. I
ESTANDARES INTERNACIONALES Y PROPÓSITOS

Estándar	Definición	Propósito en la RTV
UNECE R100	Reglamento de las Naciones Unidas N.º 100. Versión más reciente (Rev. 3) sobre los requisitos específicos para el grupo moto propulsor eléctrico de vehículos de las categorías M y N.	Establece pruebas de seguridad y rendimiento para el Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica Recargable (SAEER / batería). Garantiza la resistencia de la batería a vibraciones, choques térmicos, impacto mecánico, sobrecarga y cortocircuitos. Aunque es una norma de homologación (diseño), sus requisitos definen los puntos críticos a inspeccionar en la RTV (ej. ausencia de fugas, integridad estructural) [23].
UNECE R138	Sistema de Alerta Acústica (AVAS)	Seguridad Peatonal: Verifica que el vehículo emita un sonido artificial a bajas velocidades (menores a 20 km/h). El inspector debe confirmar que el sistema no haya sido manipulado o desactivado [25].

UNECE R10	Compatibilidad Electromagnética (EMC)	Integridad Electrónica: Asegura que los sistemas de control (BMS e Inversor) no sean vulnerables a interferencias externas. En la RTV, valida que modificaciones electrónicas no comprometan la seguridad [26].
UNECE R13-H	Sistemas de Frenado (Regenerativo)	Seguridad Dinámica: Evalúa la eficiencia de la frenada cuando interviene el motor eléctrico. Se busca que la transición entre el freno regenerativo y el mecánico sea segura y no afecte la estabilidad [24].

2.1.2. Recomendaciones CITA

El Comité Internacional de Inspección Técnica de Vehículos (CITA) emite guías como la Rec. No. 27 para EVS, cubriendo acceso estandarizado a datos de diagnóstico, códigos de falla y software de baterías. Propone chequeos de cableado LV/HV, sistemas de dirección eléctrica y carga externa, adaptados a inspecciones sin desmontaje. Estas se alinean con tendencias como diagnóstico remoto en Japón y automatización en Ecuador.

2.1.3. Estándares de Inspección Técnica.

Los estándares de inspección técnica vehicular (RTV) para vehículos eléctricos a nivel internacional son regulaciones técnicas y normas de seguridad que buscan garantizar la integridad de los sistemas de alto voltaje (HV) y las baterías de tracción, elementos que son únicos de los VE y que presentan riesgos eléctricos y térmicos específicos.

Los principales referentes internacionales en materia de seguridad y homologación para VE son la Reglamentación de la UNECE y las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

En China, los estándares obligatorios para VE cubren seguridad del vehículo y componentes eléctricos, que delimitan indirectamente requisitos sobre materiales de sellado e instalación.

- GB 18384-2020 — Especifica seguridad eléctrica y funcional de vehículos eléctricos, referenciando protección contra fallos eléctricos, protección contra descargas y requerimientos para sistemas energéticos a bordo (incluye ensamblajes sellados como baterías y electrónica) [27].
- GB 38031-2020 / 38031-2025 (actualizaciones futuras) — Estándar obligatorio de seguridad de baterías de tracción, con exigencias estrictas en que no produzcan incendios/explosiones tras eventos de fallo. Estas normas implican que los selladores usados en el empaquetado de baterías como RTV deben cumplir performance adecuado de sellado y tolerancia a calor/fugas [28], [29].

China también puede exigir CCC (China Compulsory Certification) para autopartes (incluyendo adhesivos/selladores automotrices) bajo un conjunto de GB obligatorios, aunque no siempre específico a RTV.

2.1.4. Normativa base: KMVSS

En Corea del Sur, la norma KMVSS (Korean Motor Vehicle Safety Standards) es el marco legal que regula seguridad automotriz en general, incluyendo componentes y sistemas. Si bien KMVSS no es una “norma de RTV” directa, obliga a:

Aunque no hay un estándar local específico para RTV, los RTV usados en automoción generalmente se clasifican (como internacionalmente) por el tipo de curado y química:

- a. RTV1 mono componente: Cura con humedad ambiental, fácil de aplicar.
- b. RTV2 bi componente: Mezcla de dos partes que aporta mejor control de propiedades mecánicas y eléctricos para aplicaciones críticas.

En Corea, la homologación de materiales RTV reside en el proceso de certificación del fabricante automotriz / proveedor, que debe demostrar que los materiales cumplen KMVSS y cualquier requisito de eficacia en el uso final [30].

2.1.5. JIS y JASO

Japón usa principalmente normas de referencia como:

Las JIS son el conjunto oficial de normas técnicas industriales de Japón que establecen especificaciones, métodos de ensayo, criterios de calidad y requisitos de seguridad para productos, materiales y procesos industriales [31].

Son estándares nacionales que buscan asegurar uniformidad, calidad, seguridad y compatibilidad técnica en la industria japonesa y en productos destinados a exportación.

Las JASO son normas técnicas desarrolladas específicamente para el sector automotriz japonés, que establecen requisitos de desempeño, especificaciones técnicas y métodos de prueba para vehículos, motocicletas y sus componentes, estas normas regulan aspectos como lubricantes, sistemas eléctricos, componentes mecánicos y desempeño vehicular [32].

- JIS (Japanese Industrial Standards): Estándares industriales generales, incluyendo adhesivos y selladores en categorías químicas.
- JASO (Japanese Automotive Standards Organization): Estándares automotrices específicas (mayor énfasis en parámetros de rendimiento, aceite, etc.), aunque no una norma exclusiva para RTV.

Las Regulaciones ambientales/seguridad en Japón se establecen también reglas como:

- Control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en selladores y adhesivos para cumplir normas de contaminación interior y exterior.
- Requisitos de RoHS y otros límites químicos para productos de electrónica/vehículos.

No cuentan con una norma auto estricta específica de RTV en automoción, sino que se adhieren a: Estándares de sustancias (RoHS/VOC), requerimientos de compatibilidad con JIS/JASO en automoción.

2.1.6. ISO/IEC 17020 (organismos de inspección).

La norma ISO/IEC 17020 establece requisitos generales para la competencia de organismos de inspección, garantizando su imparcialidad, consistencia y fiabilidad en evaluaciones técnicas. Sirve para acreditar entidades que verifican conformidad de productos, procesos, instalaciones o servicios con estándares, regulaciones o contratos, promoviendo confianza en sectores como automotriz y RTV [33].

Los organismos de inspección según ISO/IEC 17020 se clasifican en tipos A, B y C principalmente por su grado de independencia e imparcialidad respecto a las partes inspeccionadas, lo que determina salvaguardas contra conflictos de interés.

- Tipo A

Organismos totalmente independientes, sin vínculos comerciales, de propiedad o control con las partes inspeccionadas, proveedores o clientes; ideal para inspecciones de terceros con máxima imparcialidad.

- Tipo B

Forma parte de una organización matriz pero separada internamente, realizando inspecciones solo para esa organización (inspecciones internas), con barreras organizativas estrictas para evitar sesgos.

- Tipo C

Integrados en una organización que diseña, fabrica, suministra o mantiene los objetos inspeccionados, requiriendo controles adicionales como políticas de imparcialidad, auditorías y segregación de funciones para mitigar riesgos.

El Mecanismo de Reconocimiento Mutuo:

- Desarrollo de Regulaciones (Rules): La UNECE desarrolla regulaciones técnicas universales (como la Regulación No. 100 - R100 para VE).
- Homologación (Type Approval): Un fabricante que diseña un nuevo VE presenta su vehículo a una Autoridad de Homologación en un país que haya firmado el acuerdo (Parte Contratante). Si el vehículo cumple con la R100, se le otorga un certificado de homologación.
- Reconocimiento Mutuo: El certificado de homologación es reconocido automáticamente por todos los demás países firmantes. Esto significa que un VE homologado en Alemania bajo R100 no necesita ser probado nuevamente en Japón o en otros países adheridos para su comercialización.
- Adopción como Referencia: Países que no son Parte Contratante (como el caso de Ecuador) adoptan estas regulaciones como referencia técnica para establecer sus propias normas nacionales (Ej. Normas INEN) o sus reglamentos de importación y RTV.

A continuación, en la Tabla II trata sobre la fase de sistema de seguridad y diagnóstico eléctrico, el cual indica el procedimiento y a qué normativa hace referencia y lo respalda.

TABLA II
SEGURIDAD Y DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO

Fase de Aplicación	Procedimiento Específico en la RTV	Estándar de Referencia
Integridad Física (Visual)	Inspección de la caja de la batería de tracción y el cableado de alto voltaje (color naranja). Se busca cualquier daño físico, corrosión o cable expuesto que comprometa la integridad.	UNECE R100 (Resistencia a impactos y choques) [23].
Seguridad Eléctrica (Funcional)	Medición de la resistencia de aislamiento (utilizando un megóhmetro). El valor obtenido debe ser superior a un umbral mínimo (generalmente 500 Ω), asegurando que no haya fugas de corriente.	ISO 6469-3 (Protección contra riesgos eléctricos) [34].
Diagnóstico Electrónico	Lectura del Sistema de Gestión de Batería (BMS) y del módulo de control del tren motriz a través del puerto OBD-II/CAN-Bus para verificar códigos de falla activos relacionados con el alto voltaje o el rendimiento de la batería (SoH).	SAE J1979 (Protocolos de diagnóstico) [35].
Seguridad del Personal	Verificación de que los dispositivos de seguridad para desenergizar el sistema HV (disyuntores o <i>service plugs</i>) estén presentes y no hayan sido manipulados.	UNECE R100 (Requisitos de post accidente) [23].

2.1.7. Procedimientos globales como WLTP.

El procedimiento WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) mide consumo energético y emisiones en condiciones realistas durante homologación de vehículos eléctricos (VE), pero en RTV se usa indirectamente para verificar conformidad con datos certificados de autonomía y eficiencia.

WLTP aplica un ciclo abreviado para VE puros, con fases dinámicas (baja/alta velocidad) y constantes (100 km/h para vaciado rápido de batería), calculando autonomía combinada y urbana dividiendo capacidad energética por consumo ponderado. No mide emisiones de escape, sino energía (kWh/100 km) bajo condiciones controladas a 23°C, con pruebas frías opcionales.

A diferencia de las pruebas antiguas (como la NEDC) que eran muy "optimistas" y se hacían en condiciones ideales, la WLTP es mucho más rigurosa y realista. Funciona mediante un ciclo de ensayo de 30 minutos dividido en cuatro fases de velocidad:

Fase Baja: Simula tráfico pesado en ciudad (muchas paradas y arranques).

Fase Media: Conducción urbana fluida.

Fase Alta: Conducción en carreteras secundarias o perimetrales.

Fase Muy Alta: Conducción en autopista (alcanzando hasta 131 km/h).

Factores que considera: A diferencia de otros tests, la WLTP incluye el peso de los accesorios (como el techo corredizo), el uso del aire acondicionado y se realiza a temperaturas controladas (entre 14°C y 23°C) para ver cómo afecta el clima a la batería [36].

2.1.8. Integración en RTV Global

La Integración en RTV Global es la adopción y armonización de estándares internacionales para que los sistemas de revisión técnica vehicular funcionen bajo criterios técnicos comunes, seguros y actualizados a nivel mundial. En inspecciones técnicas periódicas (RTV/ITV), WLTP sirve de referencia para validar OBD y estado de salud de baterías (SoH), comparando datos reales con valores homologados WLTP para detectar degradación o manipulaciones. Normas UNECE y CITA recomiendan chequeos sin dinamómetro, enfocados en discrepancias >10-20% en autonomía o eficiencia vs.

2.1.9. Procedimiento EVAP.

La normativa EVAP no existe como estándar reconocido; probablemente se refiere a EPA (Environmental Protection Agency de EE. UU.), un ciclo de pruebas para medir eficiencia energética y autonomía en vehículos eléctricos, comparable al WLTP europeo. En revisiones técnicas vehiculares (RTV), ambos sirven de referencia homologada para validar datos reales de consumo y estado de baterías vía OBD, sin pruebas dinámicas directas en inspección.

El EVAP es el sistema de Control de Emisiones Evaporativas. Su función es atrapar los vapores de gasolina que se generan en el tanque de combustible para evitar que salgan a la atmósfera

(lo que causa contaminación y mal olor). Estos vapores se guardan en un recipiente de carbón activo (cánister) y luego se queman en el motor.

2.1.10. Diferencias EPA vs WLTP

EPA aplica ciclos UDDS (urbano) y HWFET (autopista) con recarga completa posprueba, ajustando autonomía en 30% por pérdidas reales, lo que da cifras más conservadoras que WLTP puro. WLTP usa fases bajas/media/alta/extra-alta a 23°C, calculando kWh/100km directamente, pero sobreestima vs. uso real en VEs. Se compara SoH de batería y consumo OBD con valores EPA/WLTP certificados para detectar degradación (>20% de diferencia genera rechazo). Europa prioriza WLTP para Euro 7 (emisiones no-exhaust), mientras EPA influye en inspecciones EE.UU./exportaciones; no se replican ciclos completos por costos, solo verificaciones estáticas.

2.1.11. Normas Técnicas de VE relevantes.

Las normas técnicas relevantes para vehículos eléctricos (VE) en 2025 abarcan seguridad de baterías, inspecciones técnicas periódicas (ITP/RTV), emisiones no-exhaust y homologación energética, impulsadas por regulaciones europeas y globales como UNECE.

- ISO 6469 establece requisitos de seguridad eléctrica y funcional para vehículos eléctricos de carretera, enfocándose en protección contra choques, aislamiento HV y comportamiento post accidente de baterías REESS. [34].
- IEC 61851 define modos de carga conductiva (CA/CC), protocolos de control piloto y seguridad en estaciones de carga EVSE para interoperabilidad global, se enfoca en la seguridad de la batería de tracción [37].
- Seguridad Mecánica y Eléctrica: Define los requisitos para que la batería no represente un riesgo en condiciones normales de uso.
- En la RTV: Proporciona los criterios para la inspección visual de la carcasa de la batería, buscando signos de corrosión, hinchazón o daños por impactos que comprometan su estanqueidad.

- Estas normas regulan la interfaz entre el vehículo y la red eléctrica, algo que la RTV debe verificar para asegurar que el proceso de carga no genere incendios o cortocircuitos.
- ISO 17409: Define los requisitos de seguridad para la conexión del vehículo a una fuente de alimentación externa. En la RTV, se utiliza para validar la integridad del puerto de carga (inlet) y sus mecanismos de protección [38].
- ISO 15118. Especifica comunicación digital vehicle-to-grid (V2G) vía PLC para carga inteligente, identificando vehículos, autenticación, gestión de energía y Plug & Charge sin tarjetas. Facilita facturación dinámica y balanceo de red en RTV al verificar compatibilidad OBD. [39].

A continuación, se presenta la próxima tabla mostrando las normativas internacionales ISO el cual hace mención de cada una de las normas analizadas, la definición de esta y también el propósito que tiene cada una en la RTV, el cual servirá para el desarrollo de nuestro modelo de RTV para VE.

2.1.12. Normas técnicas ISO.

- ISO 6469: Vehículos de carretera propulsados eléctricamente – Especificaciones de seguridad. Se centra en los requisitos de seguridad para el sistema eléctrico de alto voltaje (HV) [34].
- Su objetivo es la protección contra riesgos eléctricos (seguridad galvánica) para los ocupantes, el personal de servicio y los equipos externos. Define umbrales de seguridad para tensiones y corrientes, inspección CRÍTICA de Aislamiento. Define los procedimientos y los valores límite para la medición de la resistencia de aislamiento (con megóhmetro) entre el sistema HV y el chasis. Verifica la continuidad de la conexión a tierra (bonding) y la integridad del cableado HV.
- ISO 15118: Comunicaciones entre el VE y la estación de carga (V2G). Define un protocolo de comunicación avanzado de alto nivel sobre la interfaz de carga, permite funciones avanzadas como "Plug & Charge" (autenticación automática sin tarjeta) y la comunicación bidireccional (Vehicle-to-Grid, V2G), optimizando la gestión energética, diagnóstico avanzado (Futuro). Asegura que el módulo de comunicación del VE esté operativo. Aunque no es una prueba física, su

funcionalidad es clave para el diagnóstico avanzado y el *smart charging*, permitiendo futuras inspecciones automatizadas del estado de la batería [39].

A continuación, se presenta la Tabla III mostrando las normativas internacionales ISO el cual hace mención de cada una de las normas analizadas, la definición de esta y también el propósito que tiene cada una en la RTV, el cual servirá para el desarrollo de nuestro modelo de RTV para VE.

TABLA III
NORMATIVAS INTERNACIONALES Y PROPOSITOS

Estándar	Definición	Propósito en la RTV
ISO 6469-3	Protección contra riesgos eléctricos	Pilar de la RTV: Establece los métodos para medir la resistencia de aislamiento (Ω). El inspector la utiliza para asegurar que no haya fugas de corriente del sistema de alto voltaje hacia el chasis [34].
ISO 6469-1	Sistemas de almacenamiento de energía (REESS)	de Seguridad de Baterías: Proporciona los criterios de integridad física para el paquete de baterías. Se usa para inspeccionar visualmente daños, corrosión o deformaciones en la carcasa [34].
ISO 17409	Conexión a fuente de alimentación externa	de Seguridad en la Carga: Define los requisitos de seguridad para la carga conductiva. Sirve para verificar la integridad del puerto de carga del vehículo y sus protecciones eléctricas. [38].
ISO 12405	Pruebas de baterías de Iones de Litio	de Estado de Salud (SoH): Define parámetros de rendimiento. Se utiliza en revisiones técnicas especializadas para evaluar la degradación de la batería y el riesgo de fallo térmico [40].

Las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) son los pilares técnicos que regulan los componentes eléctricos y la interacción del vehículo con la red. En una Revisión Técnica Vehicular (RTV), estas normas no solo sirven para fabricar el auto, sino que actúan como el "manual de fallas" para determinar si un vehículo es seguro para seguir circulando.

A diferencia de las normas ISO (que se enfocan en el sistema del vehículo), las normas IEC son fundamentales para la seguridad en la carga y la integridad de los componentes de potencia.

- IEC 62196. Regula conectores físicos (Type 1/2/CCS/CHAdeMO) para CA/CC, incluyendo pines, sellado IP y resistencia mecánica, asegurando acoplamiento universal entre VEs y cargadores. En inspecciones RTV, se chequea integridad de puertos vs. normas homologadas [41].
- Aunque la batería se revisa visualmente, estas normas dictan los estándares de seguridad química y eléctrica que el paquete debe mantener.
- IEC 62133: Se enfoca en la seguridad de las celdas de litio (evitar cortocircuitos internos) [42].
- IEC 61982: Se centra en las pruebas de rendimiento y seguridad para baterías de propulsión eléctrica [43].
- Aplicación en la RTV: Proporciona los parámetros para evaluar el Estado de Salud (oH). Si los datos del escáner muestran que la batería opera fuera de los rangos de temperatura o voltaje definidos por estas normas, el vehículo debe ser rechazado por riesgo de fuga térmica.
- Estas son normas de seguridad eléctrica "base" aplicadas al mundo automotriz.
- IEC 61140: Define los grados de protección contra choques eléctricos (clases de aislamiento) [44].
- IEC 60364-7-722: Específicamente sobre suministros para vehículos eléctricos [45].
- Aplicación en la RTV: Define los requisitos de puesta a tierra. El inspector debe asegurar que todas las partes metálicas del auto estén correctamente equipotenciales para que, en caso de falla, la corriente se derive de forma segura y no a través de una persona.
- IEC 61851: Sistema de carga conductiva de vehículos eléctricos. Define los métodos de transferencia de energía (Modos 1 al 4) y la comunicación básica de seguridad entre el VE y el equipo de suministro (EVSE), asegura la seguridad del proceso de carga controlando las señales de proximidad, presencia y estado del vehículo antes de suministrar energía, inspección de Circuitos y Protocolos. Se utiliza para verificar el correcto funcionamiento del cargador a bordo (OBC) del vehículo. Se comprueba que el vehículo sea capaz de establecer y terminar la comunicación de seguridad con el cargador [37].

La SAE International (Society of Automotive Engineers) es fundamental para la Revisión Técnica Vehicular (RTV), especialmente porque definen los protocolos de diagnóstico electrónico y los estándares de seguridad operativa que los inspectores deben verificar para asegurar que un vehículo eléctrico (VE) no sea una "bomba de tiempo" mecánica o eléctrica.

A diferencia de las normas ISO o IEC (más enfocadas en diseño y red), las normas SAE son el lenguaje que utiliza el vehículo para comunicarse con los equipos de inspección.

Estas normas establecen cómo debe comportarse el sistema de alto voltaje para proteger a las personas.

- SAE J2344: Define las pautas de seguridad para vehículos eléctricos, incluyendo el marcado de cables (color naranja) y las barreras de protección [46].
- SAE J2910: Se centra en los métodos de prueba para la seguridad del alto voltaje [47].
- Aplicación en la RTV: El inspector se basa en estas normas para la inspección visual y funcional:
 - Verificar que las etiquetas de advertencia de alto voltaje sean legibles.
 - Asegurar que el sistema de interbloqueo (Interlock) funcione: si una tapa de servicio de alto voltaje está abierta, el vehículo debe desactivar automáticamente la energía.

Los estándares internacionales ISO 6469, IEC 61851, ISO 15118 e IEC 62196 son de máxima relevancia para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) de vehículos eléctricos (VE) porque trasladan los requisitos de diseño y seguridad del fabricante a protocolos de inspección periódica, su principal propósito es asegurar que el vehículo no se degrade hasta un punto en el que presente riesgos de electrocución, incendio o falla del sistema de carga.

La seguridad eléctrica es la prioridad absoluta en la RTV de un VE debido a las altas tensiones (>300 V) que manejan estos sistemas. ISO 6469 es el estándar fundamental en este aspecto.

2.1.13. Estándar de sistema de carga y seguridad en VE.

- A. ISO 6469: Es la base del modelo normativo. Define los límites de seguridad de tensión y corriente y los requisitos de protección. Asegura la protección galvánica para evitar que los ocupantes o el personal de RTV entren en contacto accidental con circuitos de alto voltaje, Medición de Aislamiento: Exige el uso de un megóhmetro para medir la resistencia entre el sistema de alto voltaje y el chasis. Una lectura baja indica una fuga de corriente grave que requiere la inmovilización del vehículo [34].

Los estándares de carga son cruciales porque el proceso de conectar el vehículo a la red presenta riesgos eléctricos y de incendio si los protocolos de comunicación o los conectores físicos fallan.

A continuación, en la Fig. 1, se muestra en el mapa conceptual, trata sobre las normas de seguridad RTV en vehículos eléctricos, el cual indica el procedimiento y a qué normativa hace referencia respecto al tema internacional y lo respalda, estas normas sirven para transformar la inspección técnica en un proceso especializado que va más allá de lo mecánico, enfocándose en la protección del usuario, la confiabilidad de la tecnología y el cumplimiento legal.

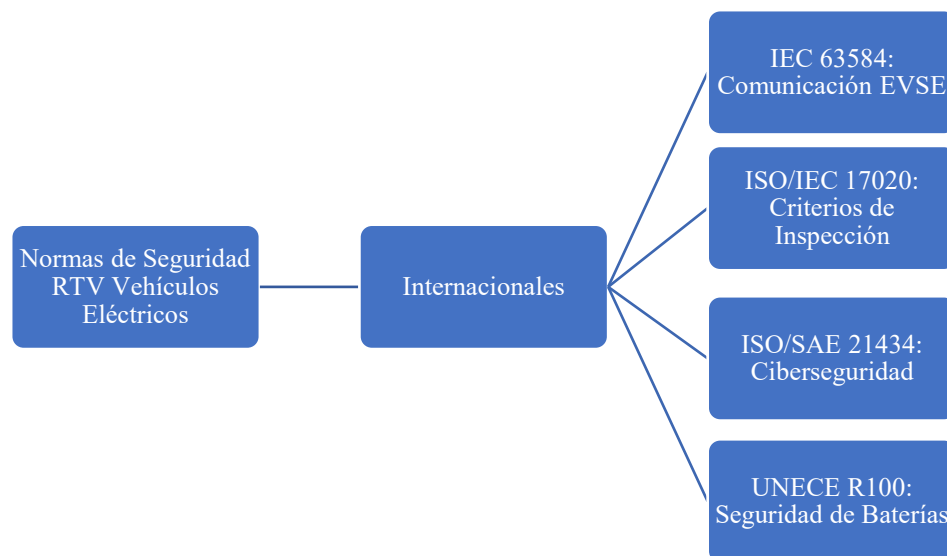


Fig. 2. Normativas internacionales de RTV de VE.

2.2. Diagnóstico en Latinoamérica.

El diagnóstico de RTV en vehículos eléctricos en Latinoamérica muestra adopción incipiente con marcos regulatorios fragmentados, enfocados en adaptar inspecciones tradicionales a sistemas HV y baterías, pero con brechas en infraestructura y capacitación. Países como Ecuador, Chile y Colombia lideran con alineación a UNECE/INEN, mientras Brasil y México priorizan producción masiva sobre controles estandarizados.

El principal diagnóstico es la existencia de una brecha normativa donde los procedimientos actuales se centran en la inspección de vehículos de combustión interna (emisiones de gases, ruido, mecánica tradicional), dejando vacíos críticos en la evaluación de los sistemas de alto voltaje (HV) de los VE, la información sobre la implementación completa y estandarizada de RTV para VE sigue siendo limitada, se observan tendencias claras:

A continuación, se presenta la Tabla IV el cual presenta el análisis de cada país cercano al Ecuador de cómo son sus RTV de VE, este análisis presenta el estado de la RTV de VE y las normativas claves a la que se rigen.

TABLA IV
DIAGNOSTICO RTV EN LATINOAMERICA

País	Estado de la RTV para VE	Normas de Referencia Clave
Chile	Alto desarrollo en normativa de electromovilidad; la RTV está en proceso de incorporar requisitos específicos, enfocándose en la inspección visual y la seguridad general, pero moviéndose hacia la electrónica avanzada.	Utiliza estándares internacionales para el diseño (homologación) y está adaptando protocolos de inspección basados en el diagnóstico de la batería y sistemas de control.
Colombia	Existe legislación nacional que promueve la electromovilidad (Ley 1964), y se enfoca en que los VE deben circular en óptimas condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad, sentando las bases para una RTV especializada.	Aunque los reglamentos específicos de RTV para VE son de desarrollo reciente, se basan en la necesidad de cumplimiento de normas de seguridad eléctrica y mecánica de alcance global.
Ecuador	El marco normativo inicial (Reglamentos de la ANT) se enfoca en la RTV	Utiliza las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE INEN) que son

tradicional (frenos, luces, chasis, motor de combustión), pero el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) ya establece la adopción de normas IEC e ISO para los componentes (baterías y cables de carga).	adaptaciones o adopciones de estándares internacionales como IEC 62196 (cables de carga) e ISO 12405 (baterías de Litio) para la homologación inicial.
--	--

Latinoamérica no ha creado un set de normas RTV propias, sino que adopta los estándares desarrollados por la UNECE, la ISO y la IEC, los cuales sirven para traducir los requisitos de seguridad de fábrica en pruebas periódicas.

2.2.1. Normas y resoluciones con aplicación técnica y electromovilidad.

- **ISO 6469:** Requisitos de Seguridad para VE, define la protección contra riesgos eléctricos, Seguridad Eléctrica y del Inspector: Es la referencia clave para implementar la prueba de resistencia de aislamiento (medida con megóhmetro), crucial para evitar descargas eléctricas. Sirve para verificar la integridad del sistema HV y la seguridad del personal[34].
- **UNECE R100:** Reglamento sobre homologación del tren motriz eléctrico, Integridad de Componentes Críticos: Aunque es una norma de diseño, su adopción en los reglamentos nacionales garantiza que los VE vendidos hayan superado pruebas de resistencia de la batería (térmica, mecánica). En la RTV se traduce en la inspección visual estricta de la batería y sus conexiones para detectar daños por impacto o fugas [23].
- **IEC 62196 /ISO 12405:** Normas de conectores de carga y pruebas de batería, Evaluación de Componentes: Las normas IEC 62196 (conectores) e ISO 12405 (baterías de iones de litio) se adoptan en reglamentos técnicos (como el del INEN en Ecuador) para garantizar que los componentes utilizados en el país (cables, baterías) cumplen con estándares de calidad y seguridad, lo que es la base para su inspección periódica en RTV [40], [41].
- **FMVSS 305 (EE. UU.):** Protección contra derrames de electrolito y descargas eléctricas, Criterio de Seguridad Post-Accidente: Aunque es una norma estadounidense, se usa como referencia para establecer requisitos de protección contra derrames de electrolitos y mantener el aislamiento del chasis después de un accidente, requisitos que deben chequearse en la inspección visual [48].

2.2.2 Normas y resoluciones con aplicación en revisión técnica y electromovilidad.

En Latinoamérica respecto a la Revisión Técnica Vehicular (RTV) de vehículos eléctricos (VE) es heterogéneo, pero con una tendencia clara hacia la adopción de estándares internacionales. Los países de la región, como Colombia, Chile y México, están integrando la normativa global para llenar los vacíos dejados por los reglamentos tradicionales, que se enfocan en emisiones de combustión.

Los países de la región han emitido leyes o resoluciones que fomentan la electromovilidad y, por extensión, exigen la seguridad y el buen estado de estos vehículos, sentando las bases para la RTV especializada.

A continuación, se presenta la Tabla V, presenta los estándares de seguridad y sistemas de cargas de algunos países de Latinoamérica que están, desarrollado que Ecuador, en esta tabla se presenta las normas y resoluciones claves en la RTV y la relevancia que tiene en la electromovilidad, adicional en comparación con Ecuador

TABLA V
NORMATIVAS DE SISTEMA DE CARGA Y SEGURIDAD EN VE

País	Norma / Resolución Clave	Relevancia en RTV y Electromovilidad
Colombia	Ley 1964 de 2019 (Uso de VE y Transición Energética) y resoluciones asociadas del Ministerio de Transporte.	Marco de Incentivos y Obligatoriedad: Exige que los VE circulen en óptimas condiciones de seguridad, mecánica y ambiente. Esto obliga a los Centros de Diagnóstico Automotor (CDA) a adaptar sus procedimientos para incluir la inspección de sistemas eléctricos y de alto voltaje.
Chile	Ley de Concesiones de Obras Públicas y Normas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT).	Estandarización y Carga: El marco chileno ha sido pionero en establecer estándares para la infraestructura de carga, basados en normas IEC, que indirectamente afectan la RTV al exigir la integridad del puerto de carga del VE.
México	NOMs (Normas Oficiales Mexicanas) y regulaciones de	Seguridad y Homologación: México utiliza las NOMs para adoptar requisitos de seguridad vehicular y de calidad de la infraestructura de carga, que sirven como

	la Secretaría de Energía (SENER).	base para verificar que los componentes del VE (especialmente baterías) se mantengan en el estado original de homologación.
Ecuador	Reglamento de RTV (ANT) y Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE INEN).	Base Técnica: Las NTE INEN son clave, ya que adoptan las normas internacionales (como la IEC para conectores y la ISO para baterías), que son los pilares técnicos para la creación de los nuevos protocolos de inspección en la RTV.

La columna vertebral de la RTV para VE en Latinoamérica proviene de la adopción directa o referencial de los siguientes estándares, que dictan qué se debe inspeccionar y cómo:

La Resolución 45295 de 2022 (cuyo número completo es 20223040045295) es una norma emitida por el Ministerio de Transporte de Colombia que tiene por objeto compilar, actualizar y unificar toda la normativa dispersa en materia de tránsito y transporte en el país, su propósito principal es brindar un marco legal sólido y consolidado para:

- Reglamentación del Tránsito: Incluye la normatividad relacionada con licencias, centros de enseñanza, y las responsabilidades de los agentes de tránsito.
- Seguridad Vial: Establece los requisitos para la idoneidad de los actores de la vía y el control de vehículos [49].

Compila regulaciones para racionalizar trámites, eliminar requisitos obsoletos como SOAT previo a RTM (por Ley 2050/2020) y estandarizar registros en RUNT (Registro Único Nacional de Tránsito), incluyendo centros de enseñanza, organismos de apoyo y agentes de tránsito.

Reglamenta RTM para vehículos automotores (capítulos sobre inspecciones, emisiones y seguridad), adaptable a VES mediante OBD y verificaciones HV; no especifica VES, pero integra UNECE para homologación y elimina SOAT como barrera para matriculación eléctrica, la Resolución 45295/2022 (el marco legal colombiano) y normativas similares en otros países (como el Reglamento de RTV de la ANT en Ecuador) proveen el poder legal para realizar la RTV [50]. Sin embargo, carecen del contenido técnico específico para VE. Es la adopción de las Normas Técnicas Internacionales (ISO, UNECE, IEC) la que proporciona el

contenido técnico y los protocolos de seguridad necesarios para que los Centros de RTV realicen inspecciones efectivas y seguras en vehículos eléctricos.

A continuación, Fig. 2, muestra en la parte de Latinoamérica, las normas de seguridad para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en vehículos eléctricos (VE) representan el esfuerzo de integración regional para adoptar tecnologías de movilidad limpia bajo estándares de seguridad unificados, sirven como un puente técnico que traduce las exigencias globales a reglamentos locales, garantizando que el crecimiento de la flota eléctrica sea ordenado y seguro para la ciudadanía.

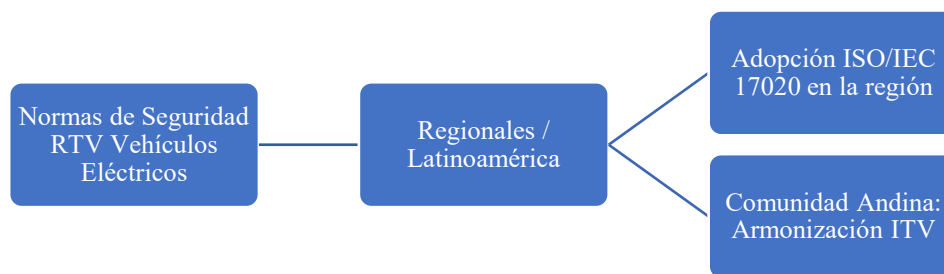


Fig. 3. Normativas regionales de regiones latinoamericanas.

2.3. Diagnóstico en Ecuador.

El diagnóstico actual de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) para vehículos eléctricos (VE) en Ecuador revela una adopción adaptativa de normas generales sin regulaciones específicas exclusivas, con brechas en infraestructura HV, pero avances en propuestas técnicas lideradas por EPN y ANT.

Centros RTV acreditados bajo ISO/IEC 17020 aplican NTE INEN 2349:2003 [51]. y Resolución 046-DIR-2012 [52]. para chequeos generales (frenos, luces, alineación, ruido), omitiendo emisiones de escape, pero incorporando visuales OBD y HV básicas vía Instructivo DRTV-2022-IRTv (ATM Guayaquil) [53]. Homologación ANT M1 exige UNECE/RTE INEN 034:2010 para importaciones, con SoH baterías >70% propuesto, pero no obligatorio [54].

2.3.1. Desafíos y Propuestas

Brechas: Ausencia de modificación NTE INEN 2349 [51]. para frenos regenerativos, propagación térmica y euro 7 no-exhaust; dependencia de importaciones de China (GB/T) sin integración local. Estudio EPN-CD-12774 urge comités INEN 2026 con IEC 61851/ISO 6469, 400 puntos cargan y capacitación CITA para 10.000 VE proyectados.

Desafíos que presentan: La revisión de VE exige personal especializado en sistemas eléctricos de alto voltaje, baterías y diagnóstico electrónico, la falta de equipos específicos para pruebas de VE representa una limitación actual en muchos centros de inspección.

- Los inspectores deben estar capacitados no solo en mecánica tradicional, sino también en seguridad eléctrica, manejo de herramientas diagnósticas OBD/UDS y análisis de baterías de tracción. Esto implica programas de formación técnica y certificación para garantizar que la inspección se realiza de forma competente.
- Propuestas: Establecer protocolos de inspección técnica específicos para EV consensuados con estándares internacionales, alinear RTV con estrategias nacionales de electromovilidad [51].

La principal propuesta en Ecuador es actualizar la RTV para que sea técnicamente apta para vehículos eléctricos, integrando criterios de seguridad eléctrica, diagnóstico electrónico y procedimientos especializados. Entre los desafíos más importantes se encuentran la falta de equipamiento específico, la necesidad de formación técnica y la ausencia de normativa detallada para EV

2.3.2. Marco Normativo General

- Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y decretos/reglamentos relacionados [55].
- La LOTTTSV y sus reglamentos proporcionan el mandato legal y definen las competencias institucionales para la RTV. Sin embargo, el Reglamento Específico de RTV actual es incompleto para vehículos eléctricos, lo cual requiere que el nuevo Modelo Normativo se presente como un Reglamento Modificadorio o un Anexo Técnico a la normativa de la ANT y los GADs, que incorpore formalmente las pruebas técnicas derivadas de la ISO 6469 y la UNECE R100 [56].

- LOTTTSV: Marco Legal General y Mandato de RTV. Regula el transporte terrestre, el tránsito y la seguridad vial en todo el territorio nacional; obligatoriedad de la inspección: establece la obligatoriedad de la RTV para todos los vehículos motorizados que circulen en el país (Art. 39), con el fin de garantizar condiciones mínimas de seguridad. Este es el sustento legal que permite a la Autoridad de Tránsito (ANT y GADs) requerir una inspección, abriendo la puerta a un nuevo modelo específico para VE
- Artículo 39: Inspección y Mantenimiento, en particular, obliga a los propietarios a mantener sus vehículos en óptimas condiciones de seguridad y a someterlos a las inspecciones periódicas obligatorias.
- Reglamento General de la LOTTTSV: Detalla la aplicación de la Ley y las competencias de las instituciones como la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), competencia y responsabilidad: Otorga la competencia a los GADs (municipales) para planificar, regular y controlar la RTV en su jurisdicción. Esto significa que la implementación del modelo normativo para VE debe ser adoptada y aplicada por cada municipio que tiene a cargo un Centro de Revisión Técnica Vehicular (CRTV)
- Reglamento de Revisión Técnica Vehicular del Ecuador (Emitido por ANT, 2015, y posteriores modificaciones): Es la norma que define los procedimientos, requisitos, métodos de prueba y valores límite para la inspección, diagnóstico de la Brecha: Este reglamento es la fuente del vacío normativo. Está diseñado para VCI, enfocándose en pruebas de emisiones de gases y ruido. No incluye pruebas [53].

La NTE INEN 2349 es una Norma Técnica Ecuatoriana emitida por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) que es crucial para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en Ecuador. Sin embargo, su enfoque principal, al igual que el Reglamento de RTV de la ANT, se basa en los vehículos de combustión interna, lo que subraya la necesidad de un nuevo modelo normativo para vehículos eléctricos (VE) [51].

NTE INEN 2 349: Requisitos mínimos de seguridad para la revisión vehicular, establece los parámetros y valores límite para la inspección de sistemas mecánicos y de seguridad tradicionales de un vehículo automotor.

La NTE INEN 2349 define los procedimientos para inspeccionar partes que son comunes tanto en VCI como en VE:

- Sistema de Frenos: Eficacia y desequilibrio.
- Sistema de Dirección y Suspensión: Juego libre, holguras.
- Sistema de Iluminación: Intensidad y alineación de luces.
- Carrocería y Chasis: Integridad estructural.

La Principal Limitación (Sistemas de Propulsión): Esta norma no incluye ni define los procedimientos, el equipo ni los valores límite para:

- Prueba de Aislamiento Eléctrico del alto voltaje.
- Diagnóstico del Estado de Salud (SoH) de la batería de tracción.
- Inspección de la Electrónica de Potencia (inversores, BMS, etc.)

2.3.3. Normas Técnicas INEN aplicables.

Las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE INEN) son la base técnica para la calidad y seguridad de los vehículos en Ecuador. Aunque están siendo complementadas por nuevos reglamentos específicos para VE, las normas existentes sobre seguridad, clasificación y acreditación de centros son directamente aplicables a la Revisión Técnica Vehicular (RTV).

2.3.4. Seguridad vehicular y procedimiento técnico (RTV).

- a.** NTE INEN 2 349: Requisitos mínimos de seguridad para la revisión vehicular, es el pilar de la RTV en Ecuador, define los procedimientos de inspección y los valores límite para sistemas comunes al VE y al VCI, como frenos, suspensión, dirección, luces y chasis. Limitación: Es insuficiente para la seguridad eléctrica [51].
- b.** INEN 2 089: Requisitos generales para el funcionamiento de los Centros de Revisión Técnica Vehicular (CRTV), acreditación y Calidad del Servicio: Rige la infraestructura, el equipamiento y los requisitos de personal para operar un CRTV, el nuevo modelo de RTV para VE debe exigir una actualización de esta norma para incluir equipos de seguridad eléctrica (megóhmetros, equipos de protección personal) y capacitación en alto voltaje [57].

- c. INEN 2 202: Requisitos de desempeño para sistemas de frenos de vehículos automotores, inspección de frenado: Es crucial para los VE. La RTV debe verificar el desempeño del frenado mecánico (el freno de servicio en las ruedas) una vez que se desactiva o se complementa el sistema de frenado regenerativo [58].

2.3.4. Emisiones y Aspectos Ambientales.

Aunque los vehículos eléctricos no emiten gases de escape, las normas ambientales se aplican a los vehículos de combustión interna, pero el marco de clasificación sigue siendo relevante.

2.3.5. Normas Técnicas Clave para la Propulsión Eléctrica (Adopciones)

El INEN trabaja mediante la adopción de normas internacionales (principalmente ISO e IEC) para regular los componentes de los VE. Estas normas constituyen la base técnica para elaborar los nuevos protocolos de inspección.

2.3.6. Análisis de Vacíos

El análisis del marco normativo y técnico en Ecuador (LOTTTSV, Reglamento RTV de la ANT, y NTE INEN 2 349) revela un vacío crítico al no existir criterios de Revisión Técnica Vehicular (RTV) específicos para vehículos eléctricos (VE). Esta deficiencia compromete la seguridad vial y la sostenibilidad del parque automotor electrificado.

2.3.7. Falta de criterios RV específicos para VE.

La normativa vigente está diseñada para la propulsión térmica, lo que hace que los procedimientos actuales sean irrelevantes o peligrosos para los VE.

- **Medición de Resistencia de Aislamiento:** Riesgo de Electrocuación para ocupantes y personal de inspección debido a fugas de corriente del sistema de Alto Voltaje (HV). ISO 6469-3 (Protección contra riesgos eléctricos) [34].

- Inspección de Integridad de Baterías: Riesgo de Fuga Térmica e Incendio por daños estructurales o corrosión en el paquete de baterías. UNECE R100 (Pruebas de resistencia de la batería) [23].
- Diagnóstico del Sistema BMS: Circulación de vehículos con fallas electrónicas latentes en el sistema de gestión de batería que afectan la seguridad y el rendimiento. SAE J1979 (Protocolos de diagnóstico vía OBD-II) [35].

2.4. Comparación con normas internacionales y latinoamericanas.

En Ecuador se hace evidente al contrastar su marco actual con los estándares internacionales y las tendencias de implementación en Latinoamérica, en comparación con Normas Internacionales (ISO, UNECE).

Experiencias Latinoamericanas, la tendencia en Latinoamérica no es crear nuevas normas, sino adoptar y adaptar los estándares globales, un proceso que Ecuador debe acelerar.

2.4. Análisis Comparativo.

El análisis comparativo confirma que Ecuador se encuentra en la etapa de "Vacío Crítico" en la RTV para VE. Mientras que a nivel mundial la RTV se ha transformado en un examen mecatrónico centrado en la seguridad eléctrica (ISO 6469) y la integridad de la batería (UNECE R100), el modelo ecuatoriano permanece anclado en la inspección de la propulsión de combustión.

El Modelo Normativo para Ecuador debe enfocarse urgentemente en:

- a) La adopción formal de la ISO 6469 para hacer obligatoria la prueba de aislamiento eléctrico.
- b) La creación de un Anexo Técnico al Reglamento de RTV de la ANT que especifique los procedimientos de inspección para los sistemas de Alto Voltaje.

A continuación, se presenta la Tabla VI, la cual muestra las normativas actuales de la RTV en Ecuador que se están usando para la revisión de VE.

TABLA VI
NORMATIVAS UTILIZADAS PARA RTV EN ECUADOR

Estándar	Definición	Propósito en la RTV
NTE INEN 2 349	Revisión Técnica Vehicular: Procedimientos.	Es la norma base en Ecuador. Aunque es de origen mecánico, regula la inspección de frenos, luces, dirección y chasis, que son comunes a los VE.
RTE INEN 162	Reglamento Técnico: Baterías y Cables para VE.	Establece los requisitos de seguridad y rotulado para baterías (Ion-Litio/Plomo) y cables de carga. En la RTV, sirve para validar que los componentes instalados sean homologados y seguros.
NTE INEN-ISO 6469-3	Protección contra riesgos eléctricos (Adopción ISO).	Norma adoptada por el INEN que define cómo medir la resistencia de aislamiento. Su propósito es garantizar que no existan fugas de alto voltaje a la carrocería
NTE INEN-IEC 62196	Conectores y puertos de carga (Adopción IEC).	Regula las características técnicas de las tomas de corriente en el vehículo. Se usa para verificar que el puerto de carga no presente daños o riesgos de incendio.

El grado de cobertura se refiere a qué tan efectivamente los procedimientos actuales de la RTV abordan los componentes y riesgos únicos de un vehículo eléctrico (VE), en el contexto latinoamericano y específicamente en Ecuador, el grado de cobertura para los sistemas críticos de los VE es extremadamente bajo o inexistente, lo que constituye el principal problema de seguridad en la implementación de la electromovilidad.

La falta de cobertura en los sistemas eléctricos es el punto más débil de la RTV actual, ya que son la fuente de los riesgos más graves (electrocución e incendio).

El grado de cobertura de la seguridad eléctrica es cero porque la normativa no exige la prueba más vital: la medición de la resistencia de aislamiento.

- Requisito Global (ISO 6469): Exige medir la resistencia para asegurar que no haya contacto entre el alto voltaje y la carrocería [34].
- Situación Local: La RTV actual solo exige la inspección visual (verificar que el cable naranja no esté roto). No hay medición cuantificada del aislamiento eléctrico, lo que

significa que el vehículo puede estar circulando con una fuga de alto voltaje invisible pero mortal.

La batería es el componente más costoso y peligroso. Su cobertura es mínima:

- **Inspección Estructural (UNECE R100):** La RTV actual se limita a la inspección visual del chasis inferior. Si un VE ha sufrido un impacto que ha dañado la carcasa de la batería, pero esta no presenta daños externos graves, la RTV no tiene un protocolo específico para detectarlo [23].
- **Diagnóstico Electrónico (BMS):** La RTV actual no tiene un procedimiento para leer los códigos de diagnóstico de fallas (DTCs) relacionados con el Sistema de Gestión de Batería (BMS), lo que impide evaluar el Estado de Salud (SoH) y el riesgo de fallo.

TABLA VII

BRECHAS NORMATIVAS ECUADOR VS. ESTÁNDARES INTERNACIONALES (RTV PARA VE)

Norma Internacional	Exigencia Internacional	Situación en Ecuador	Brecha Identificada
ISO 6469-3	Medición obligatoria de la resistencia del aislamiento entre el chasis y el sistema HV a través de un megóhmetro. Valores de seguridad mínimos para evitar la electrocución.	No es necesario medir el aislamiento en RTV. Únicamente la inspección visual de los cables HV según NTE INEN 2349.	Diferencia esencial en la seguridad eléctrica. No hay pruebas cuantificadas de aislamiento, lo que implica un peligro de fuga a alta tensión [34].
UNECE R100	Resistencia a golpes, protección tras un accidente, integridad estructural del sistema REESS (batería) y evitar la fuga de calor.	Aunque no existe un protocolo concreto para la revisión estructural de las baterías en RTV periódica, se utiliza como guía para la homologación.	Discrepancia en la revisión de la batería. Las revisiones periódicas no indican que existan alteraciones internas, deformaciones o riesgos por calor [23].
UNECE R13-H	Aseguramiento de que el frenado regenerativo funciona correctamente y se	La RTV examina únicamente los frenos mecánicos conforme a la norma NTE INEN 2202. No	Discrepancia en el funcionamiento del sistema de frenos eléctricos. No se estudia la transición de la

	integra de manera segura con el ABS/ESP.	considera la interacción con el proceso de regeneración.	mecánica a la regenerativa [24].
SAE J1979	Lectura obligatoria de los códigos DTC del tren motor eléctrico y el BMS a través de OBD-II/CAN para comprobar fallos en el SoH y HV.	RTV no tiene un método de lectura avanzada OBD para sistemas HV que se necesite.	Discrepancia en el diagnóstico electrónico. En el sistema de batería no existen fallas ocultas [35].
ISO 12405	Evaluación de la eficacia y degradación de las baterías o estado de salud, temperatura, estabilidad térmica.	No es necesario realizar una evaluación del SoH en RTV. Solo verificación de documentos de la homologación inicial.	Incapacidad de controlar la degradación de la batería. No se controla el envejecimiento crítico del componente fundamental [40].
IEC 62196	Condiciones técnicas y mecánicas para conectores de carga (CCS, CHAdeMO, Tipo 1 y Tipo 2). Verificación del sellado IP y de la integridad física.	Puesta en práctica como NTE INEN-IEC 62196 para homologación; sin embargo, la inspección de RTV es solamente visual y básica.	Brecha parcial. A pesar de que hay fundamentos técnicos, no existe un protocolo completo para la inspección funcional del puerto de carga [41].
IEC 61851	Verificación de comunicación segura entre VE y EVSE, así como supervisión del suministro eléctrico (Modos 1-4).	RTV no analiza la comunicación ni el rendimiento del cargador a bordo.	Inseguridad dispar en la carga. No se comprueba la integridad de los protocolos de carga [37].
UNECE R138	Verificación obligatoria del sistema AVAS advertencia acústica a una velocidad inferior a 20 km/h.	No está explícitamente estipulado en el reglamento de RTV ANT.	Ausencia de seguridad para los peatones. No se verifica que el AVAS haya sido alterado o desactivado [25].
ISO/IEC 17020	Condiciones de imparcialidad, pericia técnica y equipamiento especializado para organizaciones de supervisión.	CRTV acreditados según la norma ISO/IEC 17020, pero sin requerir equipamiento HV ni formación especializada concreta.	Diferencia de operación. La capacitación en alta tensión y la actualización de la infraestructura son deficientes [33].

La Tabla VII, indica que, a pesar de que Ecuador ha integrado normas internacionales en los procesos de homologación, como la UNECE R100, la IEC 61851 o la ISO 6469-3, estas

no se ponen en práctica ni técnica ni obligatoriamente durante la Revisión Técnica Vehicular periódica. En la actualidad, la inspección se basa principalmente en la NTE INEN 2349, que fue diseñada para vehículos con motor de combustión. Esto genera vacíos significativos en la evaluación de la salud, el control y diagnóstico del sistema de carga, así como en la seguridad eléctrica y el sistema de baterías. Por fin, el modelo ecuatoriano presenta una cobertura insuficiente ante los riesgos propios de los vehículos eléctricos, lo que demuestra que es imprescindible incorporar protocolos específicos de alto voltaje en la legislación nacional.

TABLA VIII
SISTEMAS REVISADOS EN RTV DE ECUADOR

Sistema de Inspección	Componentes	Cobertura de la RTV Actual (Basada en NTE INEN 2 349)	Grado de Cobertura
I. Sistemas Comunes (Mecánica)	Frenos, suspensión, dirección, neumáticos, luces, chasis, cinturones.	Sí están cubiertos. Se aplican los mismos procedimientos que a un vehículo de combustión interna (VCI).	Alto (Aproximadamente 60%)
II. Sistemas Críticos del VE	Alto Voltaje (HV), Aislamiento, Batería, Electrónica de Potencia, Sistemas de Carga.	No están cubiertos. Los procedimientos actuales no tienen la capacidad técnica ni legal para inspeccionar estos riesgos.	Nulo o Negligible (Aproximadamente 0-5%)

2.5. Revisión técnica Vehicular Ecuador.

La Revisión Técnica Vehicular (RTV) para Vehículos Eléctricos (VE) está regulada principalmente por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) a través de la Resolución 025-DIR-2019-ANT y la Resolución 008-DIR-2019-ANT, además de las competencias delegadas a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD). Se define como un conjunto de pruebas no invasivas obligatorias diseñadas para verificar que el vehículo eléctrico cumple con las condiciones mínimas de seguridad, idoneidad mecánica, confort y protección ambiental. A diferencia de los vehículos de combustión, en los VE el enfoque se desplaza de la emisión de gases contaminantes hacia la integridad del sistema de alta tensión y la seguridad eléctrica, garantizando que el vehículo no represente un riesgo de electrocución o incendio para sus ocupantes o el entorno.

El proceso técnico se divide en áreas específicas, omitiendo las pruebas de emisiones de escape (CO₂, NO_x, etc.) pero añadiendo inspecciones de seguridad eléctrica:

- Inspección Visual: Se verifica el estado de neumáticos, luces, espejos, vidrios y cinturones. En VE, se pone especial énfasis en el cableado de alta tensión (cables naranjas), buscando cortes, desgaste o corrosión.
- Prueba Mecatrónica: Se evalúa la alineación, el sistema de suspensión y la eficiencia de los frenos (incluyendo el sistema regenerativo).
- Inspección de Seguridad Eléctrica (según el mapa conceptual):
 - Baterías de Tracción: Verificación visual de fugas de electrolito o daños físicos en la carcasa.
 - Aislamiento Eléctrico: Comprobación de que no existan fugas de corriente al chasis.
 - Sistema de Carga: Revisión del estado del puerto de carga (*inlet*) y su sistema de bloqueo.
 - Validación de Requisitos (Resolución 008-DIR-2019): El propietario debe presentar la factura de pago de la acometida y medidor de energía o el documento que justifique la instalación de carga en su residencia.
 - Generación de Turno y Pago: Se debe cancelar la tasa de RTV. Para 2025, existe una resolución que busca estandarizar la tasa de matriculación en \$10 USD para vehículos 100% eléctricos como incentivo.
 - Ingreso a la Línea de Revisión: El vehículo pasa por los equipos mecánicos (frenómetro, alineador, banco de suspensión) y el foso de inspección.
- Objetivos del Reglamento según la Normativa Ecuatoriana:
 - Garantizar Seguridad Vial: Reducir accidentes por fallas mecánicas.
 - Verificar Sistema Eléctrica: Evitar riesgos asociados al sistema de alto voltaje y almacenamiento de energía.
 - Movilidad Sostenible: Fomentar el uso de energías limpias mediante procesos de control que aseguren la longevidad de la flota eléctrica nacional.

la normativa ecuatoriana y las competencias de los Gobiernos Autónomos

Descentralizados (GADs), la Revisión Técnica Vehicular (RTV) para Vehículos Eléctricos (VE) se rige por un marco que combina leyes nacionales y ordenanzas locales, los GADs Municipales tienen la competencia exclusiva de planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre en sus cantones (según el COOTAD y la Ley Orgánica de Transporte Terrestre).

- **Autoridad:** Los GADs operan a través de sus agencias (AMT en Quito, ATM en Guayaquil, EMOV en Cuenca). Ellos son responsables de implementar o concesionar los Centros de Revisión Técnica Vehicular (CRTV).
- **Regla de Oro:** Aunque el GAD administra el centro, debe seguir obligatoriamente las normas técnicas dictadas por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- **Reglas y Leyes Aplicables**
 - Resolución 025-DIR-2019-ANT: Es el reglamento nacional que los GADs deben aplicar. Establece que la RTV es un conjunto de pruebas no invasivas.
 - Resolución 008-DIR-2019-ANT: Regla específica para la matriculación de VE. Los GADs exigen para el primer registro la factura de instalación de la acometida/medidor o documento que justifique el punto de carga.
 - Ley de Eficiencia Energética: Establece incentivos que los GADs deben respetar, como la prioridad en parqueos y, en algunos casos, reducciones en las tasas de matriculación.

El COOTAD (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización) es el marco legal que otorga a los municipios del Ecuador la "propiedad" y responsabilidad de la Revisión Técnica Vehicular (RTV). los reglamentos municipales en Ecuador, emitidos por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), actúan como el brazo ejecutor que aterriza las normativas internacionales (UNECE, ISO, IEC, SAE) al terreno local. Aunque el municipio tiene la competencia administrativa, la parte técnica se rige por una cadena de mando legal que integra estos estándares globales.

El Marco Municipal y el COOTAD

Bajo el COOTAD, municipios como Quito (AMT), Guayaquil (ATM) y Cuenca (EMOV) emiten ordenanzas que regulan sus Centros de Revisión Técnica Vehicular (CRTV).

- Concepto: La ordenanza municipal no "inventa" la norma técnica, sino que obliga a su cumplimiento y establece incentivos (como la exoneración del "Pico y Placa" o rebajas en tasas).
- Regla de Oro: Todo CRTV municipal debe estar acreditado bajo la norma NTE INEN ISO/IEC 17020, lo que garantiza que sus procesos de inspección cumplen con estándares internacionales de calidad y competencia técnica. La Fig. 1 presenta una recopilación de las normativas internacionales (IEC, ISO, SAE, UNECE) más relevantes y que en esencia pueden ser aplicadas a la seguridad de los vehículos eléctricos, el cual además va a representar una hoja de ruta técnica que permita localizar y encontrar cuáles son aquellos estándares que deben llegar a identificar un modelo de Revisión Técnica Vehicular (RTV) especializada.

A continuación, Fig. 3, muestra en la parte de Latinoamérica, las normas de seguridad para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en vehículos eléctricos (VE) representan el esfuerzo de integración regional para adoptar tecnologías de movilidad limpia bajo estándares de seguridad unificados, sirven como un puente técnico que traduce las exigencias globales a reglamentos locales, garantizando que el crecimiento de la flota eléctrica sea ordenado y seguro para la ciudadanía.

Se muestra un breve mapa conceptual el cual indica las normas ecuatorianas para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en vehículos eléctricos (VE) son el conjunto de reglamentos, resoluciones y estándares técnicos nacionales que adaptan las exigencias internacionales a la realidad del país. Estas regulaciones establecen los procedimientos obligatorios que deben seguir los Centros de Revisión para garantizar que un vehículo eléctrico sea apto para circular, objetivo fundamental de estas normas es regular aspectos críticos que no existen en los vehículos de combustión.

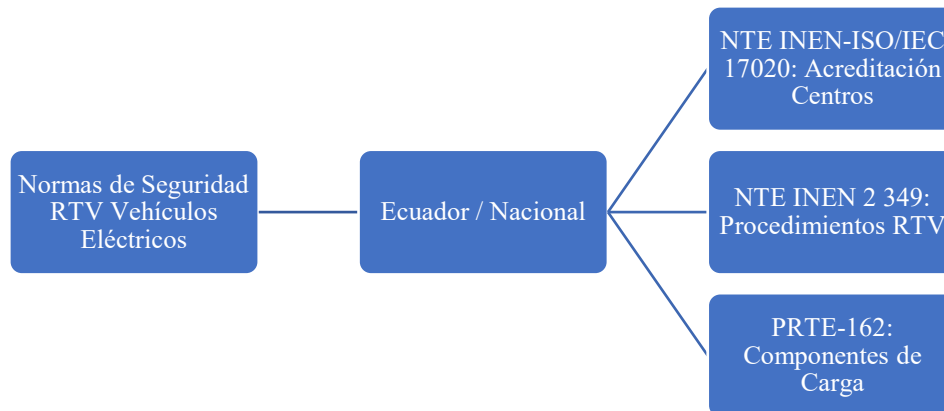


Fig. 4. Normativas de RTV en el Ecuador.

Las normas de seguridad para la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en vehículos eléctricos (VE) son un conjunto de reglamentaciones técnicas y legales, de carácter internacional y local, diseñadas para verificar que estos vehículos operen sin riesgos para los usuarios y el entorno, garantizar la seguridad vial y eléctrica (evitando incendios o descargas de alto voltaje) y promover una movilidad sostenible mediante la estandarización de los procesos de inspección.

- Garantizar la seguridad integral
 - Seguridad Eléctrica: Sirve para prevenir riesgos críticos como incendios, cortocircuitos o descargas eléctricas de alto voltaje mediante la inspección del aislamiento y las baterías.
 - Seguridad Vial: Aseguran que el vehículo cumpla con las condiciones mecánicas y operativas necesarias para circular sin causar accidentes.
 - Ciberseguridad: Protege los sistemas electrónicos del vehículo contra interferencias o ataques externos (según la norma ISO/SAE 21434).

- Estandarizar y Armonizar Procesos

- Criterios de Inspección: Proporcionan un lenguaje común y procedimientos técnicos uniformes para que todos los Centros de Revisión evalúen los vehículos bajo los mismos parámetros de calidad (basados en la norma ISO/IEC 17020).
 - Interoperabilidad: Aseguran que el sistema de carga y la comunicación entre el vehículo y la infraestructura sean compatibles y seguros (normas IEC y ISO 15118).
 - Armonización Regional: Facilita que los estándares de seguridad sean similares entre diferentes países (como en la Comunidad Andina), permitiendo una transición ordenada hacia la movilidad eléctrica.
- Fomentar el desarrollo sostenible
 - Movilidad Sostenible: Actúa como una base de confianza para los usuarios y autoridades, promoviendo el uso de energías limpias al asegurar que la tecnología sea fiable.
 - Marco Normativo Nacional: En el caso de Ecuador, sirve para definir las competencias de los GAD y regular específicamente componentes críticos como las baterías de tracción y los sistemas de carga.

3. CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE PARQUE AUTOMOTOR

El crecimiento de los VE en el Ecuador constituye un cambio tecnológico significativo en el sector del transporte, impulsado por políticas de eficiencia energética, reducción de emisiones contaminantes y avances en la industria automotriz. Esta transformación trae nuevos retos para los sistemas tradicionales de control vehicular, como la RTV, particularmente para la RTV, la cual ha sido diseñada para los vehículos con motor de combustión interna.

A diferencia de los vehículos convencionales, los VE incorporan sistemas de propulsión eléctrica, almacenamiento de energía, carga y seguridad eléctrica que operan bajo principios distintos y que generan riesgos específicos asociados a la alta tensión eléctrica. En este contexto, la aplicación de criterios de inspección no diferenciados puede resultar insuficiente para garantizar niveles adecuados de seguridad vehicular.

Por lo tanto, es importante realizar una caracterización técnica del parque vehicular eléctrico que se comercializa y circula en el Ecuador, identificando las principales tecnologías y prestaciones que lo conforman. Esta caracterización permite comprender el estado actual del mercado de VE, establecer patrones tecnológicos comunes y reconocer las particularidades que deben ser consideradas dentro de un modelo de RTV específico para vehículos eléctricos.

El presente capítulo tiene como objetivo clasificar el parque vehicular eléctrico en el Ecuador según sus tecnologías y prestaciones, tales como el tipo de batería, sistema de carga, configuración de tracción, frenado regenerativo y sistemas de seguridad eléctrica, con el fin de identificar los parámetros técnicos críticos que deben ser evaluados en la Revisión Técnica Vehicular. Los resultados obtenidos constituyen la base técnica para el desarrollo del modelo de RTV propuesto en los capítulos posteriores.

3.1. Alcance y metodología de la caracterización

La caracterización desarrollada en este capítulo se enfoca exclusivamente en vehículos eléctricos a batería (BEV) que han sido comercializados o registrados en el Ecuador durante los últimos años. El análisis incluye vehículos livianos, utilitarios y de uso comercial ligero, excluyéndose vehículos híbridos convencionales y otros sistemas de propulsión no totalmente

eléctricos, con el fin de mantener coherencia técnica con el alcance de la propuesta de Revisión Técnica Vehicular.

El estudio considera vehículos de distintas marcas, segmentos y rangos de prestaciones, permitiendo una visión representativa del parque vehicular eléctrico nacional.

3.1.1. Metodología de levantamiento y análisis de parque automotor.

La metodología utilizada para la caracterización del parque vehicular eléctrico se basa en un enfoque descriptivo técnico, sustentado en el análisis documental de información oficial y normativa. Las principales fuentes de información consideradas fueron:

- Fichas técnicas oficiales de fabricantes y marcas comercializadoras
- Información publicada en portal de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) [59].
- Base de datos de vehículos registrados en el Servicios de Rentas Internas (SRI) [60].
- Normativas internacionales aplicables a vehículos eléctricos

A partir de esta información, los vehículos fueron clasificados según criterios tecnológicos relevantes para la RTV, priorizando aquellos sistemas que inciden directamente en la seguridad, operación y control del vehículo.

A continuación, se presentará la Tabla IX, la cual informa la fuente de información donde se obtuvieron los datos que se presentarán, el tipo de documento que se adquirió, la información que se obtuvo y la justificación de uso.

TABLA IX
OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE DATOS REQUERIDOS

Fuente de información	Información obtenida	Justificación de uso
Fabricantes oficiales	Se obtienen información de tecnologías que tiene el VE mediante fichas técnicas	Información técnica y válida emitida por el fabricante
Importadores y concesionarios	Catálogos y fichas técnicas de vehículos disponibles por versión en el Ecuador	Adaptación de modelos al mercado nacional

Identidades de control SRI	Base de datos de ingreso de VE en el ecuador	Validación de presencia en el parque automotor
Publicaciones o boletines de prensa por AEADE	Reportes de datos de ventas de VE en el Ecuador y marcas con modelos más vendidos	Aceptación y crecimiento de parque automotor

A continuación, en la Fig. 4, se presenta un flujograma que describe el proceso de obtención de datos para la creación del parque automotor de vehículos eléctricos (VE) en Ecuador y el catastro de tecnologías de VE en el país, utilizando información de la AEADE [59] y del SRI[60]. El proceso inicia con la obtención de datos, donde se recopilan: Boletines de ventas de VE en Ecuador emitidos por la AEADE., Registros de vehículos ingresados al país, proporcionados por el SRI. En un segundo paso, se realiza un filtrado de la información obtenida del SRI, debido a que estos datos incluyen todos los vehículos vendidos en Ecuador, independientemente del tipo de combustible. El tercer paso consiste en extraer las variables relevantes de los datos filtrados, tales como: marca, modelo, año y país de origen. Una vez recopiladas las variables necesarias, se procede a formar el catastro de VE existente en Ecuador, consolidando toda la información de manera organizada. Con el catastro vehicular ya finalizado, se inicia la creación del catastro de tecnologías, revisando páginas de concesionarios y otras fuentes para identificar las tecnologías presentes en los VE que circulan en Ecuador. Posteriormente, se realiza la identificación y clasificación de las tecnologías, considerando aspectos como: tipo de batería, sistema de tracción, HV (alta tensión), seguridad eléctrica y arquitectura eléctrica del VE. Finalmente, se construye el catastro de tecnologías de VE, el cual permitirá desarrollar estadísticas para caracterizar el parque automotor eléctrico y sus tecnologías en Ecuador.

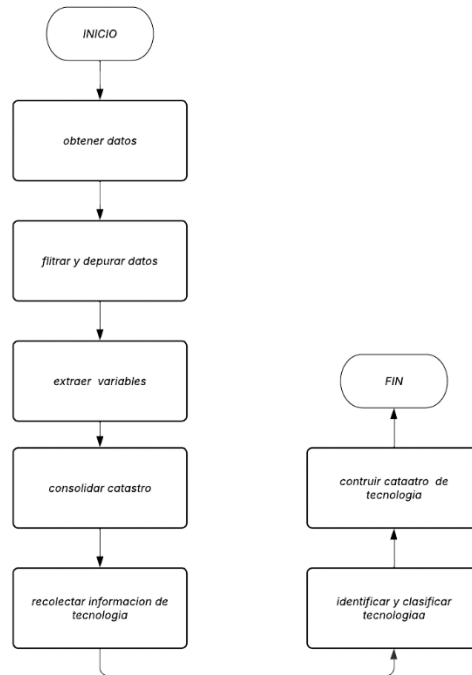


Fig. 5. Flujograma de obtención de datos para formación de catastro del parque automotor y tecnología

3.1.2. Criterios de clasificación tecnológica.

Para la caracterización del parque vehicular eléctrico en el Ecuador, se establecieron criterios de análisis y clasificación tecnológica que permiten identificar las principales configuraciones técnicas presentes en los vehículos eléctricos, así como los parámetros críticos que inciden directamente en la seguridad vehicular, eléctrica y operativa, relevantes para su evaluación en la Revisión Técnica Vehicular.

Los criterios considerados en el presente estudio son los siguientes:

- Sistema de almacenamiento de energía:

Para este sistema se analizará el tipo de batería existente en los vehículos entre estos pueden ser LFP, NMC, NCA u otras; también se analizará la capacidad energética nominal del sistema de batería, la configuración de paquetes de baterías, ubicación de sistemas de baterías en el VE y por último el sistema de gestión de batería (BMS)

- Sistema eléctrico de alta tensión

Para este sistema se clasificarán por nivel de voltaje del sistema eléctrico del vehículo, la arquitectura del sistema de alta tensión, el ruteo y protección del cableado de alta tensión, la identificación y señalización del sistema HV y el color y caracterización de cableado de alta tensión.

- Sistema de propulsión eléctrica

Para este sistema se analizará el número de motores en el vehículo, la ubicación del motor en el vehículo, el tipo de tracción, las prestaciones del motor, la potencia, y la gestión eléctrica del par motor.

- Sistema de frenado regenerativo

Para el sistema de freno regenerativo se comenzará con la presencia del sistema, luego la combinación del sistema de freno regenerativo con el freno hidráulico, los modos de conducción que afectan al nivel de regeneración y por último el comportamiento del freno antes la desaceleración.

- Sistema de carga del vehículo eléctrico

Para el sistema de carga se clasificará por el tipo del sistema de carga ya sea AC, DC o AC+DC, la potencia de carga en corriente alterna y continua, la ubicación del puerto de carga y compatibilidad con las infraestructuras.

- Conectores e interfaz de carga.

Este se clasificará por su tipo de conector de carga alterna o continua, los estándares de comunicación de vehículo a cargador y por último el estado físico y protección del conector.

- Sistema de seguridad eléctrica

Este se clasificará por la presencia de sistema HVIL, los conectores principales del sistema HV, pirofusibles o dispositivos de conexión pirotécnica, el sistema de desconexión de emergencia y el sistema de monitoreo de aislamiento eléctrico.

- Sistema térmico y de refrigeración

Para este sistema se clasificará el sistema de refrigeración de baterías, el sistema de refrigeración del sistema eléctrico, el sistema de refrigeración del inversor y protección ante sobrecalentamiento.

3.1.3. Descripción de parque automotor eléctrico analizado

Esta trata sobre el desarrollo del proyecto, analizando el parque automotor de los VE en el Ecuador durante los años 2024 y 2025 presentando primero el análisis estadístico obtenido sobre la AEADE de la cantidad de vehículos vendidos en el año 2024 y 2025, también se presenta la cantidad de vehículos que existen en el Ecuador en los dos últimos años lo cual permite conocer el tipo de vehículos que existen en el país. Estos datos serán presentados por gráficas y tablas.

- Ingresos de VE en el Ecuador en el año 2024 y 2025 registros SRI [60].

El análisis de los ingresos de VE al Ecuador constituye un elemento fundamental para la caracterización del parque vehicular eléctrico nacional, ya que permite identificar la magnitud, evolución y composición de los vehículos eléctricos que efectivamente han sido incorporados al sistema de transporte del país. Los registros del SRI representan una fuente oficial y confiable de información, al reflejar los vehículos que han sido importados, registrados y puestos en circulación dentro del territorio ecuatoriano.

Para los años 2024 y 2025, los datos del SRI permiten cuantificar el número de VE ingresados al país, así como analizar variables relevantes como la marca, el modelo, el año de fabricación y el país de origen. Esta información resulta clave para establecer un catastro vehicular eléctrico actualizado y representativo, que sirva de base para el análisis de las tecnologías predominantes y para la identificación de los parámetros críticos que deben ser evaluados en la RTV de VE.

- Estadísticas de ingreso de VE al Ecuador 2024

Según reportes del SRI en el año 2024 desde enero hasta diciembre han ingresado 2740 VE livianos al Ecuador donde la marca BYD tuvo el ingreso más alto de VE con una cantidad de 911 unidades representando un 33,25% de vehículos en el Ecuador seguido de Nissan con una cantidad de 888 unidades representando el 32,41% de vehículos que ingresaron al Ecuador.

A continuación, se presentará la Fig. 5, donde se observa la cantidad de vehículos citados anteriormente.

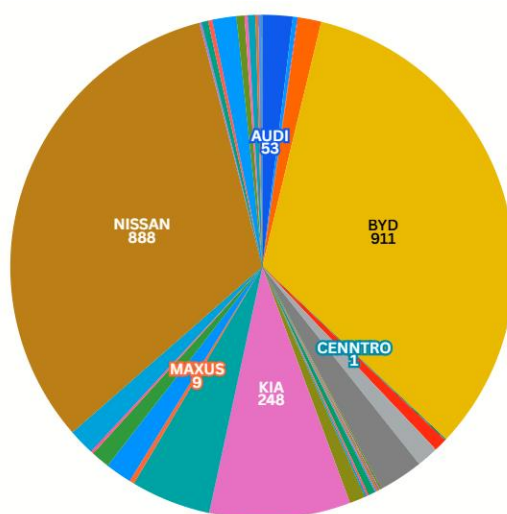


Fig. 6. Ingresos de VE al Ecuador año 2024.

A partir de esta información, se obtienen datos sobre la cantidad de marcas existentes en Ecuador, de las cuales algunas son comercializadas por concesionarias y otras no. En este contexto, a continuación, se presenta la Tabla X, en la que se detallan las 38 marcas de VE que ingresaron al Ecuador durante el año 2024, junto con la cantidad correspondiente a cada una.

TABLA X

MARCAS PRESENTES DEL 2024 DE VE EN EL ECUADOR

MARCA	CANTIDAD	PORCENTAJE
AUDI	53	1.93 %
AVANTIER	8	0.29 %
BAW	1	0.04 %
BAZN	0	0.00 %
BMW	41	1.50 %
BYD	911	33.25 %

CENNTRO	1	0.04 %
CHANGAN	1	0.04 %
CHERY	23	0.84 %
CHEVROLET	38	1.39 %
DFSK	78	2.85 %
ELECTRIC HOUSE	3	0.11 %
FORD	2	0.07 %
GEELY	1	0.04 %
GMC	4	0.15 %
HYUNDAI	3	0.11 %
JAC	12	0.44 %
JINMA	4	0.15 %
JINPENG	3	0.11 %
KEYTON	28	1.02 %
KIA	248	9.05 %
LEAPMOTOR	140	5.11 %
MAXUS	9	0.33 %
MERCEDES BENZ	46	1.68 %
MG	33	1.20 %
MINI	5	0.18 %
NETA	46	1.68 %
NISSAN	888	32.41 %
PORSCHE	4	0.15 %
RIDDARA	11	0.40 %
SHINERAY	8	0.29 %
SKYWELL	42	1.53 %
TEKNO	14	0.51 %
TESLA	6	0.22 %
URVANE MOVILITY	13	0.47 %
VELOCIFERO	5	0.18 %
VOYAH	6	0.22 %
YUANCHENG	1	0.04 %

- Estadísticas de ingreso de VE al Ecuador 2025

Según reportes del SRI en el año 2025 desde enero hasta diciembre han ingresado 5317 VE livianos al Ecuador casi el doble que el año 2024, donde la marca BYD sigue siendo la dominante con un ingreso de 2698 unidades representando un 50.74% de vehículos en el

Ecuador, seguido de Nissan con una cantidad de 604 unidades representando el 11.36% de vehículos que ingresaron al Ecuador

A continuación, se presenta en la Fig. 6, un tipo partición donde se podrá observar la cantidad de vehículos nombrados anteriormente.

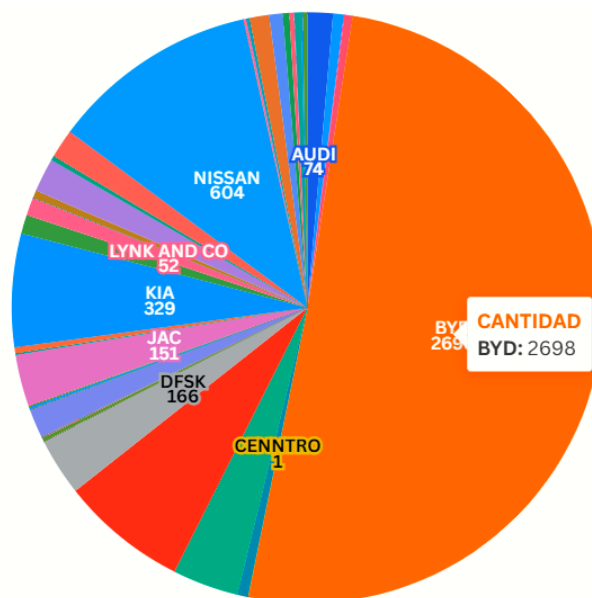


Fig. 7. Ingresos de VE al Ecuador del año 2025

A partir de esta información, se obtienen datos sobre la cantidad de marcas existentes en Ecuador, de las cuales algunas son comercializadas por concesionarias y otras no. En este contexto, a continuación, se presenta la Tabla XI, en la que se detallan las 42 marcas de VE que ingresaron al Ecuador durante el año 2025, 4 más que en el 2024, junto con la cantidad correspondiente a cada una.

TABLA XI

MARCAS PRESENTES DEL 2025 DE VE

MARCA	CANTIDAD	PORCENTAJE
BYD	2698	50.74 %
NISSAN	604	11.36 %
CHEVROLET	369	6.94 %
KIA	329	6.19 %
CHERY	192	3.61 %
DFSK	166	3.12 %

JAC	151	2.84%
MG	98	1.84 %
NETA	84	1.58 %
GAC	83	1.56 %
AUDI	74	1.39 %
RIDDARA	57	1.07 %
LEAPMOTOR	55	1.03 %
LYNK AND CO	52	0.98 %
SHINERAY	39	0.73 %
AVANTIER	31	0.58 %
CHANGAN	31	0.58 %
BMW	24	0.45 %
MERCEDES BENZ	22	0.41 %
URVANE MOBILITY	21	0.39 %
SKYWELL	19	0.36 %
KEYTON	18	0.34 %
MINI	13	0.24 %
SMART	13	0.24 %
ZEEKR	13	0.24 %
FARIZON	11	0.21 %
RENAULT	9	0.17 %
HELMARV	8	0.15 %
PORSCHE	8	0.15 %
VOYAH	5	0.09 %
JUNFENG	4	0.08 %
HYUNDAI	3	0.06 %
BAIC	2	0.04 %
ELECTRIC HOUSE	2	0.04 %
FORD	2	0.04 %
CENNTRO	1	0.02 %
FORTHING	1	0.02 %
FOTON	1	0.02 %
GEELY	1	0.02 %
GMC	1	0.02 %
MAXIUS	1	0.02 %
OPEL	1	0.02 %

- Venta de VE en el país, en los años 2024 y 2025 reporte AEADE

Esta sección presenta el análisis de la venta de VE en el Ecuador durante los años 2024 y 2025, a partir de la información reportada por AEADE. El estudio permite identificar la evolución del mercado de los VE en el país, así como las tendencias de comercialización, el comportamiento de la demanda y el desempeño del sector automotor en relación con la transición hacia tecnologías más sostenibles. Los datos expuestos constituyen una base relevante para evaluar el crecimiento del parque vehicular eléctrico y su impacto en el desarrollo del transporte limpio en el Ecuador.

○ Estadísticas de VE vendidos en el año 2024

A continuación, se presentará en la Tabla XII obtenida del boletín de ventas del 2024 de la AEADE mostrando las ventas que tuvo el año 2024 sobre los vehículos eléctricos.

TABLA XII
VENTAS DE VE EN EL ECUADOR DEL AÑO 2024 [61].

Segmento	nov- 24	nov- 23	nov- 22	Ene- Nov 24	Ene- Nov 23	Ene- Nov 22	Var Nov/Oct 24	Var Nov 24/23	Var Nov 24/22	Var Ene- Nov 24/23	Var Ene-Nov 24/22
SUV	107	217	32	1,206	1,439	193	3.90%	-50.70%	234.40%	-16.20%	524.90%
AUTOMOVIL	35	14	12	339	148	115	0.00%	150.00%	191.70%	129.10%	194.80%
VAN	3	0	1	31	45	20	50.00%	100.00%	200.00%	-31.10%	55.00%
CAMIONETA	1	2	14	40	44	0	0.00%	100.00%	-50.00%	-65.00%	-68.20%
CAMION	0	1	10	5	1	0	-	-	-	100.00%	900.00%
							100.00%	100.00%	100.00%		
BUS	0	0	0	1	1	0	-	-	-	-	-
							100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Total	146	231	48	1,600	1,678	374	3.50%	-36.80%	204.20%	-4.60%	327.80%

Adicionalmente, en la Fig. 7, se presenta un gráfico de barras que muestra las ventas mensuales de vehículos eléctricos durante el año 2024, en comparación con los años 2022 y

2023. A partir de este análisis, se observa que en 2024 las ventas de VE registraron una disminución en relación con el año anterior

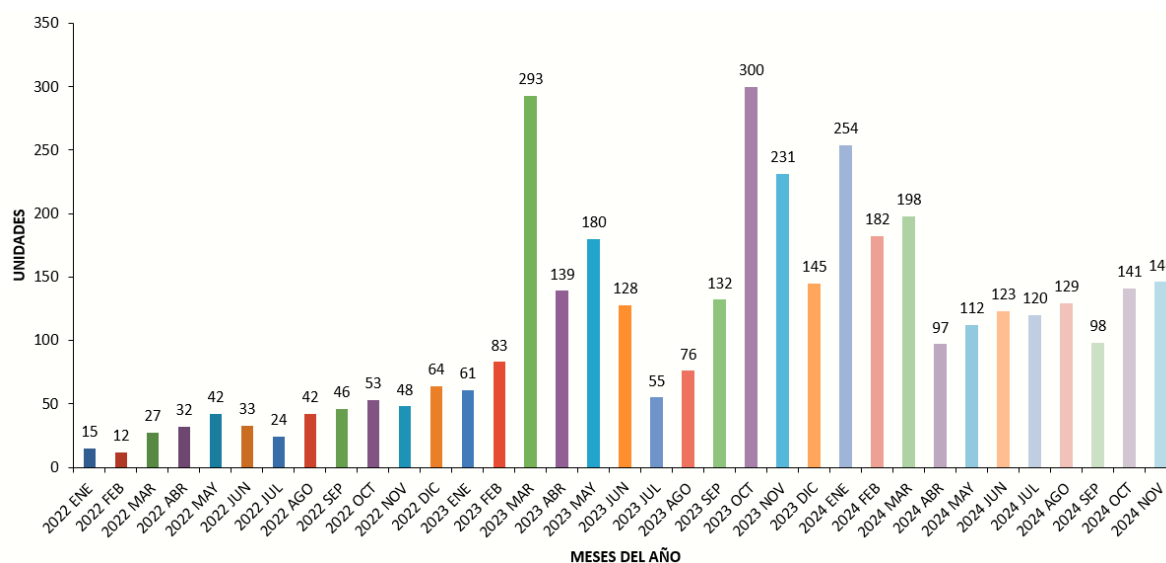


Fig. 8. Tabla de ventas mensuales del año 2022, 2023, 2024 en el Ecuador [61].

A continuación, en la Fig. 8, se muestra la distribución de la adquisición de vehículos eléctricos por provincia en el Ecuador. De acuerdo con los datos de la AEADE, la provincia con mayor número de vehículos eléctricos vendidos es Pichincha, con un aproximado del 70 % del total, seguida por Guayas, que concentra el 19,3 % de las ventas, es muy importante analizar este gráfico debido a que permite identificar la región geográfica donde se ubica el parque de vehículos eléctricos, lo que facilita que la implementación y adaptación del modelo de Revisión Técnica Vehicular tenga preferencia en términos territoriales. Asimismo, el que Pichincha y Guayas tengan la mayor cantidad de vehículos eléctricos ayuda a detallar técnicamente el parque automotor, lo cual favorece la consecución del propósito particular vinculado con la clasificación por tecnologías y prestaciones. Los datos también respaldan el análisis de la situación del sistema de RTV en el país y guían la creación de un modelo regulador técnico que se ajusta a cómo se distribuye y expande el parque eléctrico nacional.

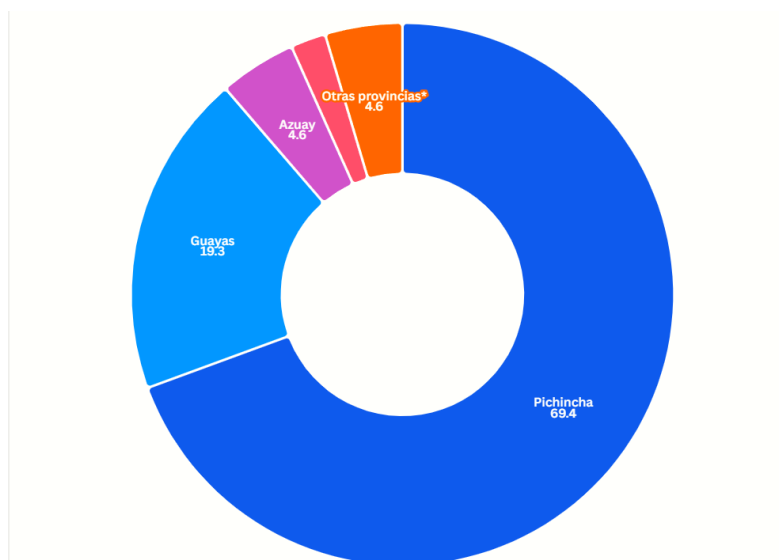


Fig. 9. Provincias del Ecuador con mayores ventas [61].

Y finalmente se muestra en la Tabla XIII las marcas de VE más vendidos en el Ecuador en el año 2024, teniendo como mayores unidades vendidas BYD con 588 unidades y NISSAN con 352 unidades. El cuadro permite identificar las tecnologías más sobresalientes en el mercado nacional, que es un elemento clave para la descripción técnica del parque automotor eléctrico, conforme a los propósitos específicos. Si se conocen las marcas que tienen mayor presencia, el análisis de sus sistemas de propulsión, tipos de baterías, configuraciones electrónicas y estándares de producción es más fácil. Estos elementos son fundamentales para determinar los parámetros críticos que deben ser examinados en la Revisión Técnica Vehicular.

Además, dado que esta información hace posible enfocar la propuesta en las tecnologías que están realmente en uso en el país, estos datos apoyan la creación del modelo normativo técnico. Así, se garantiza que el modelo de revisión sea pertinente, realizable y esté alineado con la situación real del mercado ecuatoriano.

TABLA XIII

MARCAS DE VE MÁS VENDIDAS DEL AÑO 2024 [61].

Marca	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	Total
BYD	32	46	45	46	40	68	53	52	35	68	103	588

NISSAN	167	89	95	1	0	0	0	0	0	0	0	352
KIA	9	9	21	11	32	9	15	10	22	21	10	169
LEAPMOTOR	19	6	11	8	11	7	9	13	7	5	3	99
DONGFENG	4	3	5	3	4	6	2	10	1	5	0	43
NETA	0	2	1	3	7	6	6	5	6	3	0	39
AUDI	6	3	1	2	0	1	6	9	7	1	2	38
MERCEDES BENZ	3	3	2	3	1	2	5	3	0	8	6	36
BMW	0	1	1	1	3	4	6	2	5	2	9	34
Total	254	182	198	97	112	123	120	129	98	141	146	1,600

○ Estadísticas de ventas de VE en el Ecuador del año 2025

A continuación, en la Fig. 9, se muestra las ventas del año 2024 y 2025, dando a conocer que en el año 2025 hubo un incremento del 202% en la venta de vehículos eléctricos dando como resultado que se han vendido 4276 unidades desde el mes de enero del 2025 hasta el mes de diciembre 2025. Este gráfico evidencia el incremento acelerado de la flota de vehículos eléctricos en el país. Como el sistema existente fue diseñado principalmente para automóviles de motor de combustión interna, este incremento significativo justifica la necesidad de un modelo específico y con estructura técnica para la Revisión Técnica Vehicular de vehículos eléctricos.

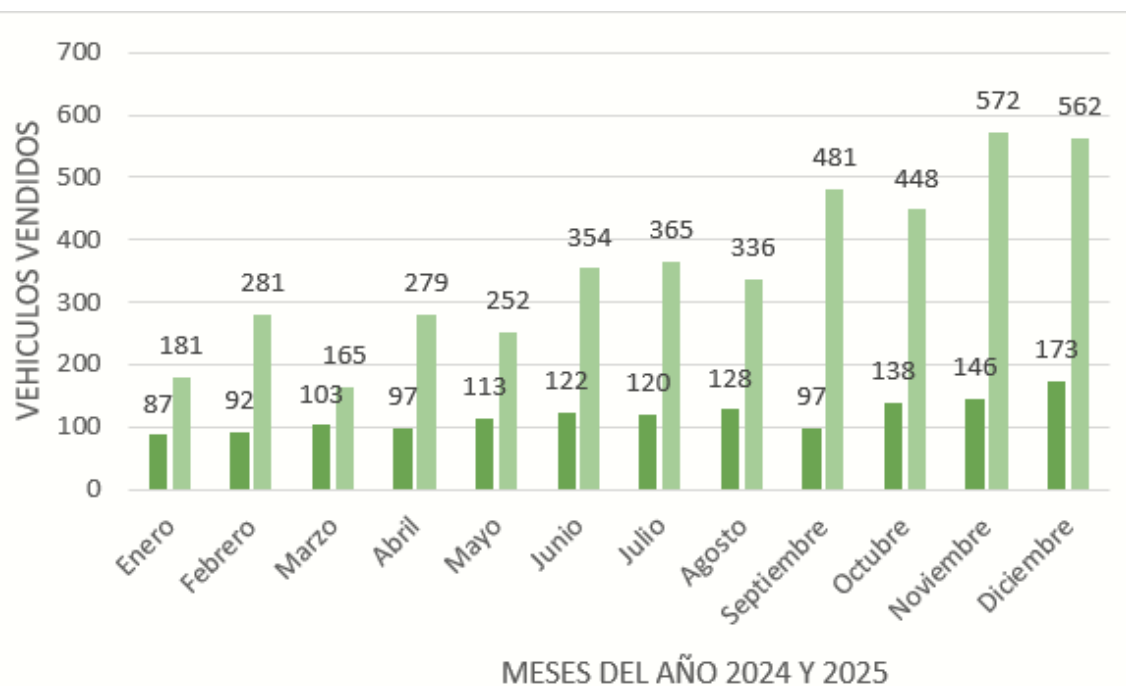


Fig. 10. Comparación de ventas de VE en el Ecuador año 2024 y 2025 [61].

A continuación, la Tabla XIV, según AEADE muestra la tabla con el top 20 de los modelos de vehículos eléctricos más vendidos en el Ecuador. Entre ellos, destaca el BYD yuan Pro como el modelo con mayor nivel de ventas, alcanzando 1.204 unidades comercializadas durante el presente año.

TABLA 1V

TOP 20 MODELOS DE VE MÁS VENIDOS EN EL ECUADOR AÑO 2025 [61].

Modelo	Marca	Unidades
YUAN PRO	BYD	1,204
SEAGULL	BYD	697
YUAN PLUS	BYD	246
KIA EV5	KIA	206
SEALION 7	BYD	157
SPARK	CHEVROLET	151
E30X	JAC	99
EQ7	CHERY	89
NETA V	NETA	88
DOLPHIN	BYD	83
NAMMI	DONGFENG	69
BLAZER EV	CHEVROLET	62
SERIE ZK6	YUTONG	60
AION	GAC	50
LINK & CO 02	LYNK AND CO	48
CAPTIVA EV	CHEVROLET	47

Modelo	Marca	Unidades
BYD TANG	BYD	44
BOLT	CHEVROLET	43
AION ES	GAC	40
EQUINOX EV	CHEVROLET	37
OTRAS MARCAS	-	756
Total	-	4,276

Una vez finalizado se presenta el catastro del parque automotor eléctrico del año 2024 en la Tabla 1 de anexos indicando el modelo, el año del vehículo y el país de origen y de igual manera en la Tabla 2 en anexos se presenta el catastro de VE del año 2025

3.1.4. Consolidación del catastro tecnológico

El crecimiento sostenido del parque automotor de vehículos 100 % eléctricos (BEV) en el Ecuador ha incorporado al sistema de transporte nacional nuevas arquitecturas eléctricas, electrónicas y de seguridad, significativamente distintas a las presentes en los vehículos de combustión interna. Estas tecnologías, al operar con niveles de alto voltaje, sistemas de control electrónico y protocolos específicos de carga, requieren ser analizadas y clasificadas de manera técnica y sistemática para su correcta evaluación dentro de los procesos de Revisión Técnica Vehicular (RTV).

En este contexto, el presente apartado tiene como objetivo identificar, clasificar y caracterizar las principales tecnologías presentes en los vehículos eléctricos que conforman el parque automotor ecuatoriano, tomando como base información técnica oficial de los fabricantes y estándares internacionales reconocidos. La información recopilada se organiza en tablas de clasificación tecnológica, las cuales permiten establecer criterios claros, verificables y homogéneos para la inspección vehicular.

- Sistemas de baterías

El sistema de almacenamiento de energía constituye el componente central del vehículo eléctrico, al determinar su autonomía, desempeño y nivel de riesgo eléctrico. La caracterización de este sistema permite identificar las tecnologías de batería predominantes en el parque

vehicular eléctrico ecuatoriano, así como parámetros relevantes para la seguridad y la inspección técnica.

A continuación, se presentará la Tabla XV donde se observa el tipo de batería que existen en los VE que se encuentran en Ecuador, esta tabla permite identificar las tecnologías de almacenamiento de energía que se utilizan con más frecuencia en la flota de vehículos eléctricos en todo el país, entre estas están: Litio Hierro Fosfato (LFP), Níquel Magnesio Fosfato (NMC), Níquel Cobalto Aluminio (NCA), Litio Titanio (LTO) y Polímeros de Litio (LiPo). Es importante considerar que la mayoría de los vehículos emplean baterías LFP y NMC) para establecer criterios técnicos concretos de evaluación, seguridad y revisión en el modelo RTV.

TABLA XV

TIPOS DE BATERIA EXISTENTE EN LOS VE EN EL ECUADOR

TIPO DE BATERÍA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
LFP	65	55.55
NMC	35	29.91
NCA	10	8.54
Li-Po	7	5.98
LTO	0	0

Ahora se presentará la tabla XVI mostrando el tipo de voltaje de batería de VE que existen en el Ecuador, la tabla muestra 3 tipos de alta tensión: la alta tensión estándar que va desde los 200 V hasta los 399 V, alta tensión elevada que va desde los 400 V hasta los 499 V y la alta tensión avanzada que va desde los 600 V hasta los 800 V. Observando la Tabla 18 muestra que existe una gran cantidad de modelos de VE con alta tensión elevada con un 66,67%

TABLA XVI

TIPOS DE VOLTAJE EXISTENTES EN LOS VE EN EL ECUADOR

TIPO DE VOLTAJE (V)	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
----------------------------	-----------------	-----------------------

ALTA TENSION ESTANDAR (200 - 399)	28	21.21
ALTA TENSION ELEVADA (400 - 499)	88	66.67
ALTA TENSION AVANZADA (600- 800)	16	12.12

- Sistema propulsión, motor eléctrico

El sistema de propulsión eléctrica está conformado por uno o más motores eléctricos y el sistema de tracción asociado, los cuales influyen directamente en el comportamiento dinámico, la potencia disponible y los procedimientos de inspección durante la RTV. Su análisis permite identificar configuraciones comunes y definir condiciones seguras de evaluación técnica.

Una vez lo antes mencionado se muestra la Tabla XVII los tipos de tracción que existen en el Ecuador, la tabla muestra 3 tipos de propulsión: AWD (All Wheel Drive) tracción en las 4 ruedas, RWD (Rear Wheel Drive) tracción trasera y FWD (Front Wheel Drive) tracción delantera. Se observa la cantidad de modelos que tienen esta configuración y el porcentaje debido.

TABLA XVII

TIPOS DE PROPULSION EXISTENTE EN LOS VE EN EL ECUADOR

TRACCION	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
AWD	53	36.80
RWD	26	18.05
FWD	65	45.13

Adicional se mostrará la tabla XVIII con los números de motores eléctricos que contiene un VE en el Ecuador definiendo así la cantidad y porcentaje de estos. Esta tabla comprende la estructura mecánica y eléctrica que prevalece en el parque automotor nacional de autos eléctricos. Que la mayor parte de los vehículos cuenten con un solo motor eléctrico y

que un número importante tenga dos motores influye directamente en los parámetros técnicos que deben ser incorporados en la Revisión Técnica Vehicular.

TABLA XVIII
NUMERO DE MOTORES PRESENTES EN UN VE EN EL ECUADOR

N° DE MOTORES	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
1	91	63.19
2	51	35.42
3	2	1.38

- **Sistemas de carga y conectores**

El sistema de carga del vehículo eléctrico define su compatibilidad con la infraestructura de recarga disponible en el país y constituye un elemento clave para la seguridad eléctrica. La caracterización de los sistemas de carga permite identificar la presencia de carga rápida y los tipos de conectores predominantes en el parque vehicular eléctrico ecuatoriano.

La Tabla XIX presenta la clasificación del parque de VE según el sistema de carga. Este se divide en dos categorías principales: AC + DC (Alternating Current + Direct Current, es decir, carga combinada) y AC (Alternating Current, Corriente Alterna únicamente). La carga combinada AC + DC permite la utilización de carga rápida y lenta, mientras que la carga AC se emplea generalmente para carga lenta. Según los datos de la tabla, el 80 % de los vehículos eléctricos en Ecuador se distribuye entre estas modalidades de carga.

TABLA XIX
SISTEMAS DE CARGA PRESENTES EN UN VE EN EL ECUADOR

SISTEMA DE CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
AC + DC	98	80.32786885
AC	24	19.67213115

La Tabla XX muestra los tipos de conectores AC presentes en los vehículos eléctricos que circulan en Ecuador. Los conectores se dividen en tres categorías principales. El Tipo 1 es un conector norteamericano, regido por el estándar SAE J1772, compuesto por cinco pines: dos para corriente, dos para comunicación y uno para tierra. El Tipo 2, de estándar europeo Mennekes, permite la carga en corriente alterna monofásica y trifásica. Por su parte, el conector GB/T AC, de estándar chino, está diseñado para operar tanto con corriente alterna como continua. Según la tabla, el conector Tipo 2 predomina, representando el 76,42 % de los vehículos eléctricos en Ecuador, seguido por los conectores GB/T AC y Tipo 1.

TABLA XX
CONECTORES AC PRESENTES EN EL ECUADOR

CONECTORES AC	CANTIDAD	PORCENTAJE
TIPO 1	8	6.50406504
TIPO 2	94	76.4227642
GB/T AC	21	17.0731707

En la Tabla XXI se presentan cuatro tipos de conectores DC utilizados en los vehículos eléctricos. El CCS1 (Combined Charging System 1, Sistema de Carga Combinada 1) es un conector de estándar norteamericano que combina el conector Tipo 1 para AC con pines adicionales para carga rápida en corriente continua. El CCS2 (Combined Charging System 2, Sistema de Carga Combinada 2) corresponde al estándar europeo y combina el conector Tipo 2 para AC con pines adicionales para carga rápida DC. El GB/T DC es un conector de estándar chino, diseñado exclusivamente para carga rápida en corriente continua. Por su parte, CHAdeMO, de estándar japonés, es un conector destinado netamente a carga rápida DC. Adicionalmente, se observa que existe una pequeña proporción de vehículos eléctricos que no cuentan con capacidad de carga rápida.

TABLA XXI
CONECTORES DC PRESENTES EN EL ECUADOR

CONECTORES DC	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
CCS1	5	4.06

CCS2	77	62.60
GB/T DC	11	8.94
NO APLICA	27	21.95
CHAdemo	3	2.43

- Arquitectura eléctrica y nivel de tensión.

La arquitectura eléctrica del vehículo determina el nivel de tensión de operación y la distribución del cableado de alta tensión, influyendo directamente en los riesgos eléctricos asociados y en los procedimientos de inspección durante la RTV. Su análisis permite identificar las arquitecturas más comunes presentes en el parque vehicular eléctrico.

A continuación, se presenta la Fig.10 la que se detallara la arquitectura eléctrica y nivel de tensión que se encuentran en los VE del Ecuador. Este se clasifica en 3 tensiones: alta tensión estándar que va de los 200 V a 399 V, alta tensión elevada que va de los 400 V a 599 V, alta tensión avanzada que va desde los 600V hasta los 800 V. en la figura muestra con mayor cantidad la alta tensión elevada.

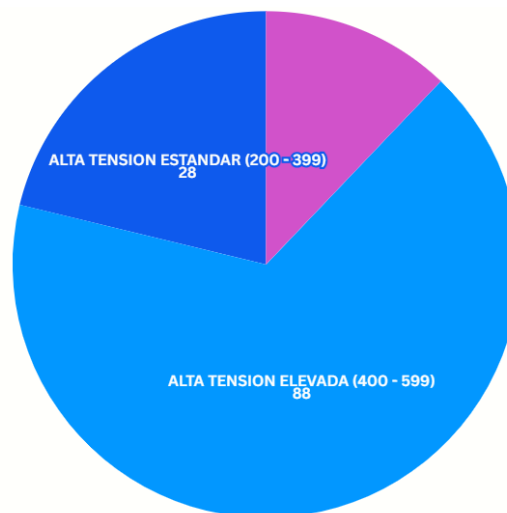


Fig. 10. Rango de Voltajes presente en la arquitectura eléctrica del VE.

A continuación, se presenta la Tabla XXII, que describe la arquitectura eléctrica de los vehículos eléctricos en Ecuador. En ella se identifican tres tipos de arquitectura eléctrica: arquitectura de bajo piso, arquitectura centralizada y arquitectura mixta. Los resultados

muestran que la arquitectura de bajo piso es la predominante, al concentrar la mayor cantidad de vehículos eléctricos dentro del parque vehicular analizado.

TABLA XXII
ARQUITECTURA ELECTRICA PRESENTES EN VE DEL ECUADOR

Tipo de arquitectura	Cantidad de vehículos	Característica principal
Bajo Piso	104	Plataforma VE dedicada tipo skateboard
Centralizado	18	Batería concentrada (urbano / conversión)
Mixta	19	Piso + módulos centrales o traseros

- Sistemas de seguridad eléctrica

Los sistemas de seguridad eléctrica están diseñados para proteger a los ocupantes, técnicos y equipos de inspección frente a riesgos asociados a la alta tensión. La identificación de estos sistemas es fundamental para definir inspecciones funcionales pasivas durante la Revisión Técnica Vehicular.

A continuación, se presenta la Tabla XXIII, en la que se detallan los sistemas de seguridad incorporados en los VE presentes en Ecuador. Se identifican 5 tipos principales de protección eléctrica: el HVIL (High Voltage Interlock Loop, circuito de interbloqueo de alto voltaje), los contactores, que actúan como interruptores eléctricos de potencia; los pirofusibles, que son fusibles especiales accionados mediante una señal pirotécnica en caso de emergencia; el monitoreo de aislamiento, encargado de supervisar el estado del aislamiento eléctrico del sistema; y la desconexión automática, mecanismo que interrumpe la energía del sistema de alto voltaje ante condiciones de riesgo.

De un total de 110 modelos de vehículos eléctricos analizados, se observa que únicamente 61 modelos incorporan pirofusibles, mientras que los demás sistemas de seguridad eléctrica presentan distinta presencia en los VE del Ecuador.

TABLA XXIII
SEGURIDAD ELECTRICA PRESENTES EN VE DEL ECUADOR

Sistema de seguridad	Vehículos con sistemas	Porcentaje (%)
HVIL	109	99.09
Contactores	110	100
Pirofusibles	61	55.45
Monitoreo de aislamiento	104	94.54
Desconexión automática	109	99.09

4. CAPÍTULO IV. MODELO DE RTV

Para el desarrollo de la Revisión Técnica Vehicular aplicada a vehículos eléctricos, es necesario considerar un conjunto integral de sistemas y componentes que abarcan tanto aspectos documentales como técnicos, eléctricos y mecánicos.

En primer lugar, se debe realizar la verificación de la documentación del vehículo, la cual incluye los documentos habilitantes de circulación, la identificación del vehículo, la correspondencia entre número de chasis, placa y sistema de propulsión eléctrica, así como la información técnica declarada por el fabricante, que permita confirmar que el vehículo corresponde a la categoría de vehículo eléctrico y cumple con las especificaciones homologadas.

Posteriormente, se lleva a cabo una inspección visual del sistema eléctrico de alta tensión, enfocada en la revisión del estado físico de los cables HV, su correcta fijación y protección mecánica, la presencia de señalización de seguridad conforme a normativas internacionales, la integridad de canalizaciones y pasamuros, así como la adecuada separación entre conductores de alta tensión y otros sistemas del vehículo. Esta inspección permite identificar daños visibles, desgaste, manipulaciones indebidas o riesgos potenciales de contacto eléctrico.

En cuanto al sistema de propulsión, se inspeccionan el motor o motores eléctricos, los inversores y los contactores de alta tensión, verificando su correcta instalación, ausencia de fugas, fijación estructural adecuada y condiciones generales de operación. Esta revisión se realiza de manera no invasiva, considerando que estos componentes operan bajo altos niveles de tensión y potencia.

El sistema de baterías de alta tensión constituye uno de los elementos críticos de la inspección. En este apartado se evalúa el estado del anclaje estructural y la protección del paquete de baterías, la presencia de sistemas de gestión térmica, la disponibilidad y accesibilidad del sistema de desconexión de emergencia, así como las condiciones de aislamiento eléctrico. Adicionalmente, se consideran parámetros funcionales como el SOC y el SOH, en la medida en que estos puedan ser verificados mediante diagnósticos electrónicos o información proporcionada por el sistema del vehículo.

Respecto al sistema de carga, la inspección se centra en la revisión de los conectores de carga en corriente alterna y corriente continua, la integridad física de los puertos, la correcta señalización, los sistemas de protección contra sobre corriente y sobre temperatura, así como el estado del cable de carga cuando este forma parte del equipamiento del vehículo. Esta verificación es fundamental para garantizar la compatibilidad con la infraestructura de carga y la seguridad durante el proceso de recarga.

La seguridad eléctrica del vehículo se evalúa mediante la comprobación de la presencia y funcionamiento de sistemas como el lazo de interbloqueo de alta tensión (HVIL), los contactores principales, los pirofusibles y los sistemas de monitoreo de aislamiento, los cuales tienen como finalidad prevenir riesgos eléctricos tanto en operación normal como en situaciones de emergencia o accidente.

Adicionalmente, la Revisión Técnica Vehicular de vehículos eléctricos debe incluir la inspección de los sistemas mecánicos comunes a todo vehículo, tales como el sistema de frenos y la suspensión. En este contexto, se consideran las particularidades asociadas a la presencia del freno regenerativo y su interacción con el sistema de frenos convencional, así como el estado de los componentes de suspensión, que pueden verse afectados por el peso adicional del sistema de baterías.

Finalmente, se evalúan los sistemas electrónicos del vehículo, incluyendo las unidades de control, sensores y sistemas de diagnóstico a bordo, con el fin de identificar fallos registrados, advertencias activas y el correcto funcionamiento de los sistemas de asistencia y seguridad relacionados con la operación del vehículo eléctrico.

4.1. Fases Operativas del Modelo RTV-VE

El modelo se implementa a través de cinco fases sistemáticas y secuenciales.

4.1.1. Fase 1: Inspección Documental

La primera fase que corresponde a la Inspección Documental, es decir, la revisión de la documentación y la comprobación de la legalidad y la conformidad del VE con las normativas actuales. Es muy necesario superar la inspección técnica para el VE siempre y cuando se cuente

con la documentación adecuada, la cual es la base para poder determinar las características del vehículo y comprobar el ajuste a la categoría de vehículo eléctrico.

- Sistema legal y de homologación de VE:

Es un conjunto de documentos que permiten verificar la legalidad, identidad y clasificación del vehículo antes de realizar cualquier tipo de inspección, este sistema asegura que el VE cumpla todos los requisitos legales y normativos exigidos por las autoridades competentes, garantizando que el vehículo pueda circular de forma segura y dentro de la categoría que le corresponda.

Para esto se debe revisar los siguientes documentos:

- Identificación del vehículo. La comprobación de los datos del vehículo, como el número de identificación vehicular (VIN), la matrícula, registro y propiedad.
- Homologación del tipo de propulsión. Confirmar que el VE es un vehículo eléctrico puro y no un híbrido o de combustión interna. Esto resulta determinante de cara a garantizar cuáles son los criterios de inspección que se cumplen, dado que las inspecciones para los vehículos de combustión y los eléctricos son notoriamente diferentes.
- Cumplimiento normativo. Referencia a las normas y reglamentos locales que regulen su circulación y clasificación.

- Método de inspección:

El método de inspección consiste en un método sistemático mediante el cual se verifica la legalidad y conformidad del VE con las normativas vigentes, el propósito es que el vehículo cumpla con los requisitos legales y que la información registrada coincida con la realidad del vehículo

El procedimiento se realiza de la siguiente manera:

- Revisión de documento del vehículo
- Verificación de VIN
- Confirmación de tipo de propulsión
- Determinación de cumplimiento normativo

- Instrumento para inspección:

Los instrumentos para la inspección son los recursos y herramientas para la verificación de manera efectiva. En esta etapa a diferencia de las mecánicas y eléctricas los instrumentos principales son documentos como:

- Documento oficial del vehículo
- Base de datos y registros oficiales
- Formato de inspección y checklists

- Criterio de aprobación o no aprobación:

El criterio en la parte documental del vehículo es importante para avanzar con la siguiente fase de inspección en este caso el criterio es cualitativo basado en la presencia y validez de la documentación.

- Documentación completa y valida
- Identificación coherente del vehículo
- Tipo de propulsión correcta

El criterio establece qué condiciones deben cumplirse para aprobar la fase documental. En esta etapa, el vehículo solo se considera aprobado si cumple con todos los requisitos legales y de identificación, asegurando que su categoría como VE esté correctamente certificada y respaldada por la normativa vigente.

A continuación, se presenta la Tabla XXIV resumen de los elementos clave de la fase de Inspección Documental de los VE en Ecuador. La tabla integra los componentes principales de la fase, incluyendo el sistema involucrado, el método de verificación, los instrumentos utilizados y los criterios de aprobación. Este resumen permite comprender de manera rápida y clara cómo se organiza la fase documental y cuáles son los requisitos necesarios para que un vehículo eléctrico cumpla con la legalidad y la normativa vigente antes de avanzar a las fases técnicas de inspección.

TABLA XXIV

FASE 1. INSPECCION DOCUMENTAL DE LA RTV DE VE

Inspección	Sistema	Método	Instrumento	Criterio
Revisión de la documentación del VE para validar legalidad y conformidad con normativas.	Verifica identificación (VIN, matrícula) y tipo de propulsión del vehículo.	Revisión sistemática de documentos y verificación de identificación y tipo de propulsión.	Documentos oficiales, certificados de homologación, registros y checklists.	Documentación completa y válida, identificación coherente, vehículo eléctrico puro.

Importancia: La inspección documental permite que se clasifique y verifique el vehículo, para garantizar que la inspección técnica se desarrolla conforme a los criterios perseguidos en el análisis.

4.1.2. Fase 2: Inspección Visual del Exterior

El propósito principal es identificar el daño, deterioros y manipulaciones visuales que puedan comprometer con la seguridad de los ocupantes o afectar el correcto funcionamiento del vehículo, esta fase es importante ya que es una de las primeras barreras de seguridad que permite detectar problemas antes de analizar pruebas técnicas o funcionales más avanzadas.

- Sistema a evaluar en la RTV de VE
 - Sistema de Alta Tensión (HV): se hace necesario realizar la inspección visual del sistema eléctrico de alta tensión con el fin de localizar posibles daños en los cables, conectores o el aislamiento de los mismos. Los cables de alta tensión deben estar en condiciones de ser utilizados, contar con protección y aislamiento adecuados para la prevención de accidentes, es decir, descargas eléctricas.
 - Batería de Tracción: se inspecciona en cuanto al estado físico del paquete de baterías. Las baterías de tracción no son siempre accesibles visualmente, no obstante, imperial asegurarse que no existen fisuras, corrosión o daños visibles que comprometan la integridad del paquete de batería objeto de la inspección. El sistema de ventilación y refrigeración de la batería contiene elementos que también se inspeccionan visualmente.

- Puertos de Carga: los puertos de carga deben estar en condiciones físicas adecuadas y sin evidencias visibles de desgaste o daños. Es fundamental que se encuentren funcionales para la importancia de la carga del vehículo eléctrico.

- Modo de inspección

El modo de inspección para esta fase corresponde a una revisión netamente visual y sistemática de los componentes externos de los VE, orientada a identificar daños visibles, deterioro o manipulaciones anormales que puedan afectar la seguridad y el funcionamiento del vehículo.

La inspección se realiza con el vehículo detenido, en un área segura, delimitada y con condiciones adecuadas de iluminación. Previamente, se debe verificar la presencia de señalizaciones de seguridad, tales como avisos de alto voltaje, etiquetas de advertencia en cables y componentes eléctricos, identificación de zonas de riesgo, y señalización preventiva en el área de inspección. Estas señalizaciones permiten alertar al personal técnico sobre la presencia de sistemas energizados y reducir el riesgo de accidentes eléctricos.

Posteriormente, se procede a observar detalladamente los sistemas críticos, como el Sistema de Alta Tensión, la Batería de Tracción y los Puertos de Carga, verificando la integridad física de cables, conectores, carcasas y elementos de protección. Durante el proceso se busca detectar señales de desgaste, fisuras, corrosión, deformaciones, exposición de conductores, pines dañados o cualquier evidencia de intervención no autorizada.

El procedimiento sigue una secuencia ordenada, iniciando con la identificación del vehículo y continuando con la revisión externa de cada componente, asegurando que no se omita ningún elemento relevante. La inspección se basa en criterios cualitativos de seguridad, evaluando si los componentes se encuentran en condiciones aptas para su operación.

Este modo de inspección constituye una etapa preliminar fundamental dentro del proceso técnico, ya que permite detectar anomalías evidentes antes de realizar pruebas funcionales o eléctricas más especializadas, contribuyendo a la prevención de riesgos, al cumplimiento de las normas de seguridad eléctrica y a la protección del personal técnico y de los usuarios del vehículo.

- Normas de inspección visual exterior

La fase de Inspección Visual del Exterior de los VE se fundamenta en normas técnicas y reglamentos de seguridad que establecen requisitos para la verificación del estado físico, eléctrico y estructural de los componentes del vehículo, con el fin de garantizar condiciones seguras de operación.

- ISO 6469, establece requisitos de seguridad para VE de carretera, incluyendo protección contra choques eléctricos, integridad del sistema de alta tensión y requisitos de aislamiento. Esta norma proporciona criterios para evaluar el estado de cables, conectores y componentes visibles del sistema eléctrico.
- IEC 61851, relacionada con los sistemas de carga de VE, que establece requisitos de seguridad para conectores y puertos de carga, los cuales deben cumplir condiciones físicas y eléctricas adecuadas para su funcionamiento seguro.

- Criterios de aprobación.

El criterio de aprobación en la fase de Inspección Visual del Exterior se basa en la verificación cualitativa del estado físico e integridad de los sistemas críticos del VE. El vehículo será considerado aprobado cuando no presente daños visibles, alteraciones estructurales, deterioro significativo ni manipulaciones que comprometan la seguridad eléctrica o el funcionamiento adecuado de sus componentes.

- En el Sistema de Alta Tensión (HV), se aprueba cuando los cables, conectores y elementos de aislamiento se encuentran íntegros, correctamente fijados, sin cortes, fisuras, exposición de conductores, deformaciones ni señales de sobrecalentamiento.
- En la Batería de HV, se considera aprobado cuando el paquete de baterías no presenta fisuras, corrosión, deformaciones, fugas, daños estructurales visibles ni alteraciones en su sistema de ventilación o refrigeración. La carcasa debe mantener su integridad y fijación adecuada.
- En los Puertos de Carga, la aprobación se otorga cuando el conector y su estructura externa se encuentran en buen estado físico, sin desgaste excesivo, pines doblados,

fracturas, carbonización o indicios de sobrecalentamiento, y cuando el sistema presenta condiciones visibles que permitan una conexión segura.

El criterio aplicado es cualitativo, ya que se basa en la observación directa del estado físico de los componentes. No se establecen valores numéricos o mediciones técnicas en esta fase; sin embargo, cualquier daño visible que represente riesgo eléctrico, mecánico o funcional constituye motivo de rechazo hasta que sea corregido.

A continuación, se presenta la Tabla XXV resumen de los elementos clave de la fase de Inspección visual externa de los VE en Ecuador. La tabla integra los sistemas de inspección, modo de revisión, parámetros, normativas que sustenta la revisión, criterio de revisión y herramientas a utilizar

TABLA XXV
FASE 2. INSPECCION VISUAL EXTERNA DE LA RTV DE VE

Sistema de Revisión	Modo de Revisión	Parámetro	Norma	Criterio de Revisión	Herramienta o Instrumento
Sistema de Alta Tensión (HV)	Inspección visual directa	Integridad de cables y conectores	ISO 6469, IEC 60364, SAE J1772	Aprobado si los cables, conectores y aislamiento se encuentran íntegros, sin daños visibles ni riesgo eléctrico	Linterna, espejo, EPP dieléctrico
Batería de Tracción	Inspección visual del paquete de baterías y ventilación	Sin fisuras, corrosión ni deformaciones	ISO 6469, IEC 60529	Aprobado si la batería y su carcasa están intactas, sin fisuras, corrosión o deformaciones que comprometan la seguridad	Linterna, checklist, EPP
Puertos de Carga	Inspección visual del conector y carcasa	Pines y carcasa en buen estado	IEC 61851, SAE J1772	Aprobado si los puertos de carga están en buen estado físico, sin deformaciones, pines dañados ni riesgo de cortocircuito	Linterna, checklist, EPP
Señalizaciones de Seguridad	Verificación visual	Presencia y legibilidad	ISO 3864, IEC 60529	Aprobado si las señales de advertencia son visibles, legibles y completas	Observación directa, checklist

Importancia: la Inspección Visual es una de las primeras barreras de seguridad. Por otra parte, aunque no permite el desarrollo de un análisis exhaustivo en lo que respecta al funcionamiento de los sistemas eléctricos, es importante para la búsqueda de daños visibles o manipulaciones que puedan poner en riesgo la seguridad de los vehículos.

4.1.3. Fase 3: Inspección Eléctrica

La Inspección Eléctrica es una de las fases más importantes del modelo técnico, que valora diferentes componentes eléctricos clave del vehículo eléctrico. Esta fase se ocupa de garantizar que los sistemas eléctricos del vehículo se encuentren operativos y no presenten fallos que puedan comprometer la seguridad del conductor, de los ocupantes y del personal técnico que realiza la inspección.

- Sistemas o elementos a evaluar.
 - La Resistencia de Aislamiento: Se comprueba la resistencia de aislamiento en la instalación de los cables de alta tensión para determinar que no haya fugas de corriente. Para realizar este trabajo se utiliza un megóhmetro que comprueba el estado de aislamiento del sistema eléctrico de correa. Esta comprobación es una de las más importantes entre todas, ya que el mal aislamiento puede conllevar descargas eléctricas.
 - Sistema HVIL: Este sistema tiene que comprobar que, si el sistema de alta tensión se desconecta, por un accidente o cuando se apaga el vehículo, nunca se producirá el contacto aproximado con partes del vehículo que pueden estar energizadas.
 - Conectores y Cables: Los conectores tienen que estar correctamente instalados y no presentar signos claros de desgaste, corrosión o deterioro. Las conexiones eléctricas de alta tensión deben estar correctamente aisladas y protegidas y para evitar un posible cortocircuito.

- Modo de inspección.

La inspección eléctrica se realiza siguiendo procedimientos seguros y sistemáticos, combinando medición con instrumentos especializados y revisión visual de los componentes críticos. Esta fase garantiza la seguridad del personal técnico y la operatividad del vehículo eléctrico.

- Resistencia de aislamiento
 - Se mide utilizando un megóhmetro, conectado entre los conductores de alta tensión y la carrocería del vehículo.
 - La prueba se realiza con el vehículo apagado y con todas las cargas desconectadas.
 - Se verifica que los valores de resistencia cumplan los mínimos establecidos por normas internacionales y por el fabricante, garantizando ausencia de fugas eléctricas.
 - Registro de los resultados para trazabilidad y evidencia técnica.
- Sistema HVIL
 - Se comprueba visualmente que todos los puntos de interbloqueo (cables, conectores y sensores) estén correctamente instalados y sin daños.
 - Se simula la desconexión del sistema de alta tensión para verificar que el circuito se interrumpa automáticamente, evitando contacto con partes energizadas.
 - Se asegura que el sistema active correctamente los mecanismos de seguridad ante apertura de tapas, desconexión de conectores o apagado del vehículo.
- Conectores y cables HV
 - Inspección visual de todos los cables de HV y conectores, asegurando aislamiento, fijación y ausencia de desgaste, abrasión o corrosión.
 - Se revisan pines, conectores de carga y protecciones físicas para detectar deformaciones o daños que puedan generar cortocircuitos o riesgos eléctricos.

- Se registran hallazgos mediante checklist y fotos, como evidencia del estado del sistema eléctrico.

Cualquier hallazgo que represente un riesgo debe ser documentado de manera inmediata mediante checklist o registro fotográfico, asegurando la trazabilidad de los resultados y la evidencia del estado de los componentes eléctricos. Durante toda la inspección, se mantiene una señalización continua de las zonas de riesgo, incluyendo etiquetas y delimitaciones visibles, con el fin de proteger al personal técnico y garantizar que las áreas con posibles peligros queden claramente identificadas en todo momento.

- Instrumentos a usar.

Para la realización de la inspección eléctrica se utilizan instrumentos que permiten medir, verificar y documentar el estado de los sistemas eléctricos del vehículo de manera segura y precisa. El instrumento principal es el megóhmetro, que se utiliza para medir la resistencia de aislamiento de los cables de alta tensión, asegurando que no existan fugas de corriente que puedan causar descargas eléctricas. Además, se emplea un multímetro, que permite verificar la continuidad, detectar voltajes residuales y comprobar la integridad de los circuitos eléctricos.

Para la evaluación visual de conectores, cables y del sistema HVIL se utilizan herramientas de inspección básica, como linternas y espejos que facilitan la observación de detalles difíciles de alcanzar y permiten documentar evidencias del estado de los componentes.

El uso de equipo de protección personal (EPP) es obligatorio durante toda la fase, incluyendo guantes dieléctricos, gafas de seguridad, calzado aislante y ropa de protección, garantizando la seguridad del personal técnico ante posibles riesgos eléctricos. Adicionalmente, se emplea señalización de seguridad para delimitar el área de inspección y advertir sobre la presencia de sistemas de alta tensión, manteniendo un entorno controlado y seguro durante todo el procedimiento.

- Normas de inspección eléctrica

La inspección eléctrica del vehículo se realiza bajo estándares internacionales que garantizan la seguridad y funcionalidad de los sistemas de alta tensión. Entre las normas aplicables se encuentra:

- la ISO 6469, que establece los requisitos de seguridad para vehículos eléctricos y sus sistemas de alta tensión.
- La IEC 60364 regula las instalaciones eléctricas de baja tensión, incluyendo la protección de conductores y aislamiento,
- La IEC 60529 define los grados de protección IP de los componentes eléctricos frente a polvo y líquidos.
- la IEC 61851 y la SAE J1772, que regulan los conectores, la interoperabilidad y los niveles de seguridad durante la carga de VE.

El cumplimiento de estas normas permite que los procedimientos de inspección sean consistentes, seguros y técnicamente válidos, asegurando que los sistemas eléctricos del vehículo funcionen correctamente y no representen riesgos para los usuarios ni el personal técnico.

- Criterios de aprobación.

Para que un vehículo eléctrico sea considerado aprobado, la resistencia de aislamiento de los conductores de alta tensión medida con megóhmetro debe cumplir con el valor mínimo recomendado por normas internacionales y el fabricante, típicamente $\geq 1 \text{ M}\Omega$, utilizando un voltaje de prueba adecuado al sistema de HV, que suele ser entre 500 V DC y 1000 V DC para vehículos de baja-media tensión y $\geq 1000 \text{ V DC}$ para sistemas de alta tensión superior a 600 V. Este criterio cuantitativo asegura que no existan fugas de corriente que puedan generar descargas eléctricas.

Si la resistencia de aislamiento es menor a $1 \text{ M}\Omega$, el aislamiento del sistema HV está comprometido, lo que representa un riesgo de electrocución, posibles cortocircuitos y fallo de sistemas eléctricos críticos. En este caso, el vehículo no se considera aprobado y requiere intervención inmediata para corregir la falla, reemplazando cables, conectores o reparando la batería según sea necesario.

El sistema HVIL se considera aprobado si funciona correctamente durante pruebas de desconexión, evitando contacto con partes energizadas, mientras que los conectores y cables de alta tensión deben estar íntegros, correctamente instalados y aislados, sin signos de desgaste, corrosión o deformaciones que puedan comprometer la seguridad.

La aprobación también requiere que las señalizaciones de alto voltaje sean visibles y legibles, el área de inspección esté delimitada y el personal técnico utilice equipo de protección personal (EPP) adecuado.

La Tabla XXVI presentada resume la Fase 3 del modelo de inspección de vehículos eléctricos, centrada en la evaluación de los sistemas eléctricos de alta tensión. Esta fase tiene como objetivo garantizar que los componentes eléctricos del vehículo funcionen correctamente y no representen riesgos de seguridad para el conductor, ocupantes o personal técnico. En la tabla se detallan los sistemas a revisar, el modo de inspección, los parámetros medibles o criterios de evaluación, las normas nacionales e internacionales que sustentan cada revisión, los criterios de aprobación y los instrumentos o herramientas necesarias. La información combina criterios cualitativos, como integridad física y señalización, y cuantitativos, como resistencia de aislamiento y continuidad eléctrica, proporcionando un marco técnico claro para la inspección y certificación de los vehículos eléctricos en Ecuador.

TABLA XXVI

FASE 3. INSPECCION ELECTRICA DE LA RTV DE VE

Sistema de Revisión	Modo de Revisión	Parámetro	Normas	Criterio de Revisión	Herramienta / Instrumento
Resistencia de Aislamiento	Medición eléctrica entre conductores HV y carrocería con megóhmetro	$\geq 1 \text{ M}\Omega$; voltaje de prueba 500–1000 V DC (para 200–800 V HV)	ISO 6469-3; IEC 60364; IEC 60529;	Aprobado si resistencia $\geq 1 \text{ M}\Omega$. Menor a $1 \text{ M}\Omega \rightarrow$ vehículo no aprobado	Megóhmetro, EPP, señalización de seguridad
Sistema HVIL	Prueba funcional y visual; simular desconexión HV	Funcionamiento correcto de interbloqueo	ISO 6469-3; IEC 61851;	Aprobado si el sistema desconecta correctamente el HV evitando contacto con partes energizadas	interna, EPP, señalización de seguridad
Conectores y Cables HV	Inspección visual y verificación de continuidad eléctrica	Integridad física; continuidad eléctrica	ISO 6469-3; IEC 60364; SAE J1772;	Aprobado si cables y conectores están íntegros, aislados, sin desgaste, deformación o corrosión	Multímetro, linterna, espejo de inspección, EPP
Señalización de Seguridad	Verificación visual de etiquetas, advertencias y delimitación de área	Visibilidad y legibilidad	ISO 6469-3	Aprobado si todas las señalizaciones están visibles y legibles durante la inspección	Conos de seguridad, etiquetas, delimitación de área

Importancia: La seguridad eléctrica es uno de los mayores riesgos que comportan las características de los vehículos eléctricos por la presencia de sistemas de alta tensión. Esta fase garantiza el funcionamiento seguro del vehículo y la inexistencia de riesgos de electrocución.

4.1.4. Fase 4: Inspección Diagnóstica

La Inspección Diagnóstica se centró en la comprobación del rendimiento de los sistemas eléctricos mediante herramientas de diagnóstico electrónico. Esta fase es muy importante puesto que permite obtener más información sobre el estado de los sistemas eléctricos del vehículo, más allá de lo que podría verse de forma visual.

- Sistemas y elementos de inspección.
 - Sistema de Gestión de Baterías (BMS): La Inspección Diagnóstica permite comprobar que el BMS está funcionando, puesto que se encarga de gestionar la carga, descarga, temperatura y otros parámetros que son críticos en la batería.
 - State of Health (SoH) y State of Charge (SoC): Los valores deben ser leídos y verificados a través de equipos de diagnóstico. Un SoH inferior al umbral de aceptación es un indicativo de que la batería está deteriorada.
 - Códigos de fallos: Son leídos a través de un escáner OBD-II, sistemas eléctricos, el inversor, la batería y los sistemas de carga.

- Modo de inspección.

El método de inspección diagnóstica se basa en la evaluación electrónica del vehículo eléctrico mediante conexión directa a los sistemas de control, utilizando equipos de diagnóstico compatibles con el protocolo del fabricante y el estándar OBD-II.

El procedimiento inicia con la conexión del escáner al puerto de diagnóstico del vehículo, permitiendo el acceso a los módulos electrónicos principales.

- BMS: verificando parámetros como voltaje de celdas, temperatura, corriente de carga y descarga, balanceo de celdas y estado general de la batería.
 - SoH y SoC: determinar el nivel de degradación y capacidad disponible de la batería. Estos valores se comparan con los límites establecidos por el fabricante o criterios técnicos de aceptación.
 - DTC: códigos de falla almacenados en los módulos electrónicos del vehículo, incluyendo inversor, sistema de carga, batería de tracción y sistemas de alta tensión. Los códigos detectados se interpretan mediante manuales técnicos o software especializado para determinar la existencia de fallos activos o históricos.
- Herramientas o instrumentos.

Para la inspección diagnóstica de vehículos eléctricos se requieren equipos electrónicos especializados que permitan acceder a los módulos de control del vehículo y analizar sus parámetros internos. El instrumento principal es el escáner automotriz compatible con OBD-II, que permite leer datos en tiempo real, códigos de fallo y parámetros del sistema de gestión de batería. Este equipo debe ser compatible con vehículos eléctricos o con el software específico del fabricante.

Se utilizan también interfaces de diagnóstico y software especializado, que permiten acceder al BMS, analizar valores de SoH, SoC, voltajes de celdas, temperatura de la batería y estado del inversor. En algunos casos se emplean computadoras portátiles con programas de diagnóstico técnico autorizados por el fabricante.

Como complemento, se utilizan multímetros digitales para verificar valores eléctricos básicos, así como equipos de registro de datos para almacenar resultados del diagnóstico. Durante toda la inspección se requiere el uso de equipo de protección personal (EPP), incluyendo guantes dieléctricos, gafas de seguridad y calzado aislante, para garantizar la seguridad del personal técnico.

- Normativas de diagnóstico de VE.

La inspección diagnóstica de vehículos eléctricos se fundamenta en normas internacionales que regulan la seguridad, comunicación electrónica y funcionamiento de los sistemas eléctricos del vehículo.

- La ISO 6469-1 e ISO 6469-3: establecen los requisitos de seguridad funcional y eléctrica para vehículos eléctricos, incluyendo la supervisión del sistema de batería y protección contra fallos eléctricos.
 - La ISO 14229: regula los servicios de diagnóstico utilizados por los sistemas electrónicos del vehículo para la lectura de códigos de falla y datos en tiempo real.
 - La ISO 15765: establece la comunicación diagnóstica a través del protocolo CAN, utilizado por el puerto OBD-II en la mayoría de los vehículos modernos.
 - La SAE J1979: regula el estándar OBD-II para la lectura DTC y parámetros operativos del vehículo.
- Criterios de evaluación.
 - BMS: Se aprueba si no presenta fallos activos y si los parámetros de operación (voltajes de celdas, temperatura y corriente) se encuentran dentro de los rangos normales definidos por el fabricante. No deben existir desequilibrios significativos entre celdas.
 - SoH: El criterio cuantitativo de aprobación se establece en un valor $\geq 80\%$, lo que indica que la batería conserva al menos el 80 % de su capacidad original. Valores entre 70 % y 79 % indican estado regular y requieren monitoreo, mientras que valores $< 70\%$ reflejan degradación considerable que puede afectar la autonomía y la seguridad del vehículo.
 - SoC: El valor debe ser coherente con el nivel real de carga del vehículo y mantenerse dentro de un rango operativo normal de 20 % a 80 % durante el uso habitual. Valores $< 20\%$ indican carga crítica que requiere recarga inmediata, y valores $> 90\%$ constantes pueden evidenciar sobrecarga, descalibración o posible falla del BMS.
 - DTC: Mediante escáner OBD-II, el vehículo se aprueba si no existen códigos activos relacionados con sistemas críticos como batería de tracción, inversor, sistema de alta tensión o sistema de carga. Los códigos históricos pueden ser aceptables siempre que no indiquen fallos permanentes ni condiciones de riesgo.

A continuación, la Tabla XXVII presenta resume la Fase 4 del modelo de inspección de vehículos eléctricos, denominada Inspección Diagnóstica, enfocada en la evaluación del rendimiento y estado operativo de los sistemas eléctricos mediante herramientas electrónicas de diagnóstico. Esta fase permite detectar fallos internos y deterioros no visibles externamente, evaluando parámetros críticos como el SoH, SoC, lectura DTC y funcionamiento BMS. En la tabla se detallan los sistemas a revisar, el modo de inspección, los parámetros cuantitativos y cualitativos, las normas nacionales e internacionales que sustentan cada revisión, los criterios de aprobación y los instrumentos necesarios.

TABLA XXVII

FASE 4. DIAGNOSTICO ELECTRONICO DE LA RTV DE VE

Sistema de Revisión	Modo de Revisión	Parámetro o Valor	Normas	Criterio de Revisión	Herramienta o Instrumento
BMS	Diagnóstico electrónico mediante escáner OBD-II y software del fabricante	Voltajes de celdas balanceados, temperatura normal, corriente dentro de rango	ISO 6469-1; ISO 6469-3; ISO 14229; ISO 15765; SAE J1979	Aprobado si el BMS no presenta fallos activos y todos los parámetros de operación están dentro del rango definido por el fabricante	Escáner OBD-II, software diagnóstico, laptop, EPP
SoH	Lectura electrónica desde BMS	$\geq 80\% \rightarrow$ Aprobado; $70-79\% \rightarrow$ Monitoreo; $< 70\% \rightarrow$ No aprobado	ISO 6469-1; ISO 14229	Aprobado si $SoH \geq 80\%$. Valores menores indican degradación significativa	Escáner OBD-II, software diagnóstico
SoC	Lectura electrónica desde BMS	Coherente con nivel real de carga; rango operativo 20-80 %	ISO 14229; SAE J1979	Aprobado si SoC es estable y coherente con la carga real. Valores $< 20\%$ o $> 90\%$ constantes	Escáner OBD-II, software diagnóstico
DTC	Lectura de códigos almacenados en módulos electrónicos	Sin códigos activos en sistemas HV, batería o carga	ISO 14229; ISO 15765; SAE J1979	Aprobado si no existen códigos activos críticos.	Escáner OBD-II, software diagnóstico
Advertencias del tablero	Verificación electrónica y visual	Sin alertas activas de batería o sistema HV	ISO 6469-3	Aprobado si no existen advertencias activas relacionadas con seguridad eléctrica	Escáner, inspección visual

Importancia: Realizar un diagnóstico resulta muy importante para poder detectar una serie de fallos no visibles que pudiesen afectar el rendimiento y la propia seguridad del vehículo eléctrico, así como detectar fallos o deterioros de los componentes más críticos.

4.1.5. Fase 5: Inspección de los Sistemas de Propulsión y Frenado regenerativo

La Inspección de los Sistemas de Propulsión y Frenado garantiza el eficiente y seguro funcionamiento del vehículo eléctrico, haciendo una inspección de la propulsión eléctrica y de los sistemas de frenado, los cuales son determinantes para asegurar la seguridad operativa.

- Sistemas o elementos a evaluar.
 - Motor Eléctrico: Se realiza la inspección tanto del motor como del inversor que es el encargado de convertir la energía de la batería para poder llevar a la acción el motor. El motor debe funcionar correctamente sin vibraciones excesivas, ni presentar ruidos anormales.
 - Frenada Regenerativa: Se comprueba que el sistema de la frenada regenerativa esté debidamente acoplado con el sistema de la frenada convencional y que con todo ello alcance las condiciones de seguridad necesarias para realizar la recuperación de energía en el proceso de desaceleración.

- Método de inspección.

El método de inspección se basa en una evaluación funcional y visual de los sistemas de propulsión y frenado regenerativo del vehículo eléctrico.

- Motor eléctrico y su inversor: se realiza primero una inspección visual del conjunto, verificando la ausencia de daños externos, conexiones flojas, signos de sobrecalentamiento o corrosión. Posteriormente, se ejecuta una prueba de funcionamiento mediante encendido y operación a diferentes cargas y velocidades. Durante estas pruebas, se monitorean vibraciones, ruidos anormales y eficiencia en la transmisión de potencia, asegurando que el motor e inversor funcionen de acuerdo con los parámetros del fabricante.
 - Sistema de frenado regenerativo: se comprueba su integración con el sistema de frenado convencional mediante pruebas de desaceleración controladas en diferentes condiciones de conducción. Se evalúa que la recuperación de energía ocurra de manera segura, que no comprometa la estabilidad del vehículo y que los frenos respondan correctamente tanto en desaceleraciones suaves como en frenadas de emergencia.
-
- Herramientas o instrumentos.

Para la inspección de los sistemas de propulsión y frenado regenerativo se utilizan herramientas y equipos de diagnóstico especializados, que permiten evaluar tanto el funcionamiento del motor eléctrico como del sistema de frenado:

- Escáner automotriz o software de diagnóstico del fabricante: Permite monitorear en tiempo real los parámetros del motor eléctrico, inversor y sistema de frenado regenerativo, detectando fallos, errores o advertencias en los módulos de control.
- Multímetro y osciloscopio: Para verificar tensiones, corrientes y señales eléctricas en el motor, inversor y circuitos de frenado.
- Sensores de vibración y sonido: Para detectar vibraciones excesivas o ruidos anormales durante el funcionamiento del motor.
- Equipo de prueba dinámica del vehículo: Permite evaluar la frenada regenerativa en condiciones controladas de conducción, midiendo la recuperación de energía y la respuesta de los frenos.
- Equipo de protección personal (EPP): Incluye guantes dieléctricos, gafas, calzado aislante y ropa de protección, para garantizar la seguridad del personal técnico durante las pruebas de alta tensión y dinámica.

Estos instrumentos presentes aseguran que la evaluación sea precisa y segura.

- Normas de inspección.

La inspección de los sistemas de propulsión y frenado regenerativo se sustenta en normas nacionales e internacionales que garantizan la seguridad, rendimiento y confiabilidad de los vehículos eléctricos:

- Sistema de propulsión eléctrica, que incluye el motor eléctrico y el inversor, se aplica la ISO 6469-1:2019, que establece los requisitos de seguridad para el sistema de almacenamiento de energía recargable y su interacción con el sistema de tracción. También se utiliza la IEC 60034, correspondiente a máquinas eléctricas rotativas, la cual regula las características técnicas, condiciones de operación, eficiencia y seguridad del motor eléctrico. La SAE J2907, como práctica recomendada para la seguridad operativa en vehículos eléctricos e híbridos.

- Sistema de frenado regenerativo, que debe estar correctamente integrado con el sistema de frenado convencional, se aplican la UNECE R13 y la UNECE R13-H, que establecen disposiciones uniformes relativas a la homologación de sistemas de frenado en vehículos, incluyendo aquellos que combinan frenado eléctrico regenerativo y frenado mecánico tradicional.
- Criterios de evaluación.
 - En el motor eléctrico e inversor, el criterio de aprobación se cumple cuando el motor funciona sin vibraciones anormales, sin ruidos irregulares y sin sobrecalentamiento. Las temperaturas del motor y del inversor deben mantenerse dentro del rango especificado por el fabricante, generalmente entre 60 °C y 90 °C en operación normal. No deben existir códigos de falla activos relacionados con el sistema de tracción, y el vehículo debe responder correctamente a la aceleración sin pérdida de potencia ni interrupciones.
 - En el sistema de frenado regenerativo, el vehículo se considera aprobado cuando la transición entre frenado regenerativo y frenado mecánico es suave, sin tirones ni pérdida de estabilidad. La desaceleración debe mantenerse dentro de los valores establecidos por normativa y fabricante, normalmente entre 0.1 g y 0.3 g en regeneración moderada. El sistema debe recuperar energía correctamente, reflejándose en el indicador de carga de batería sin errores ni fallos de comunicación con el BMS. No deben existir códigos de falla activos en el sistema de frenado eléctrico ni advertencias en el tablero.

La Tabla XXVIII resume los elementos evaluados en la Fase 5: Inspección de los Sistemas de Propulsión y Frenado Regenerativo, organizada de forma estructurada para facilitar la revisión técnica. En ella se identifican los sistemas inspeccionados, el modo de revisión aplicado, los parámetros evaluados cuando corresponde, las normas internacionales que sustentan el procedimiento, los criterios de aprobación establecidos y las herramientas utilizadas durante la inspección. Este formato permite asegurar una evaluación clara, uniforme y trazable del funcionamiento del motor eléctrico, el inversor y el sistema de frenado regenerativo, garantizando que el vehículo eléctrico opere de manera segura y eficiente.

TABLA XXVIII

FASE 5. INSPECCION DE SISTEMA DE PROPULSION Y FRENO REGENERATIVO
DE LA RTV DE VE

Sistema de Revisión	Modo de Revisión	Parámetro	Norma	Criterio de Revisión	Herramienta o Instrumento
Motor Eléctrico e Inversor	Inspección dinámica y diagnóstico electrónico	Temperatura de operación, ruidos, vibraciones, códigos DTC	ISO 6469-1, IEC 60034	Se aprueba si el motor funciona sin vibraciones ni ruidos anormales, sin sobrecalentamiento y sin fallos activos en el sistema de tracción	Escáner OBD-II, software de diagnóstico, termómetro infrarrojo
Sistema de Frenado Regenerativo	Prueba funcional en conducción controlada	Desaceleración regenerativa, transición con freno mecánico, recuperación de energía	UNECE R13-H, ISO 6469-1	Se aprueba si la frenada regenerativa es estable, sin tirones, integrada con el freno convencional y sin códigos de falla activos	Escáner OBD-II, banco de pruebas o prueba en ruta controlada
Integración Propulsión-Frenado	Evaluación combinada en conducción	Respuesta de aceleración y desaceleración	ISO 6469-1	Se aprueba si el vehículo responde correctamente a la aceleración y desaceleración sin pérdida de potencia ni advertencias en tablero	Software diagnóstico, prueba dinámica

Importancia: La propulsión eléctrica y el sistema de frenada son importantes para la seguridad y la estabilidad dinámica del vehículo. Esta fase permite asegurar que el vehículo no sólo sea eficiente, sino que cumpla las exigencias de seguridad.

4.2. Matriz de responsabilidades y personal

La implementación de un modelo de RTV para VE requiere no solo la definición de parámetros técnicos de inspección, sino también la asignación clara de responsabilidades y competencias del personal involucrado en el proceso. Debido a la presencia de sistemas de alta tensión y componentes electrónicos críticos, la inspección de vehículos eléctricos demanda perfiles técnicos con formación específica en seguridad eléctrica, diagnóstico automotriz y gestión de riesgos.

La matriz de responsabilidades permite establecer de manera estructurada las funciones, niveles de intervención y obligaciones de cada servidor dentro del centro de revisión técnica, garantizando trazabilidad, control operativo y cumplimiento normativo.

A continuación, se presentará la Tabla XXIX, la cual presenta la matriz de responsabilidades y el personal para un centro de RTV.

TABLA XXIX

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES Y PERSONAL PARA UN CENTRO DE RTV

Cargo	Funciones principales	Nivel de intervención	de	Responsabilidad legal o técnica
Coordinador técnico del centro	Supervisar el cumplimiento del procedimiento RTV, validar resultados y emitir dictamen final	No interviene directamente en HV		Responsable técnico del proceso
Inspector técnico VE	Ejecutar inspección visual, mecánica y verificación funcional eléctrica	Verificación pasiva y diagnóstico electrónico		Responsable del informe técnico
Especialista en seguridad eléctrica	Evaluar sistemas HV, aislamiento, HVIL y protecciones	Puede intervenir bajo protocolo de seguridad		Responsable de evaluación HV
Operador de línea de inspección	Apoyo en posicionamiento del vehículo y pruebas dinámicas	No interviene en HV		Apoyo operativo
Responsable de seguridad y salud ocupacional	Supervisar cumplimiento de protocolos de seguridad eléctrica	No interviene en HV		Responsable de prevención de riesgos

La matriz distingue claramente entre personal que puede interactuar con sistemas de alta tensión y personal que únicamente realiza verificaciones pasivas. En el modelo propuesto, la inspección no contempla desenergización ni intervención directa sobre componentes internos de la batería, por lo que el nivel de riesgo se controla mediante protocolos de inspección visual y diagnóstico electrónico.

Se establece que cualquier evaluación que implique medición de aislamiento o verificación de continuidad del sistema HVIL debe ser realizada exclusivamente por personal certificado en seguridad eléctrica automotriz, garantizando el cumplimiento de estándares internacionales de seguridad.

4.3. Flujograma de proceso de inspección

A diferencia de los vehículos de combustión interna, los vehículos eléctricos incorporan sistemas de alta tensión, baterías de tracción, sistemas electrónicos de gestión energética y dispositivos específicos de seguridad eléctrica, los cuales requieren un enfoque de inspección estructurado y técnicamente fundamentado.

se desarrolló un flujograma del proceso de inspección técnica para VE, el cual organiza de manera secuencial y lógica las etapas que deben cumplirse durante la evaluación. Este esquema permite integrar tanto los criterios convencionales de seguridad vial como los nuevos parámetros asociados a la tecnología eléctrica, garantizando una revisión segura, sistemática y acorde a los riesgos potenciales derivados de los sistemas de alta tensión.

El flujograma propuesto en la Fig. 11, constituye una herramienta metodológica que facilita el procedimiento de inspección, minimiza riesgos operativos y establece una base técnica para la implementación de un modelo específico de RTV aplicable a VE en el Ecuador.

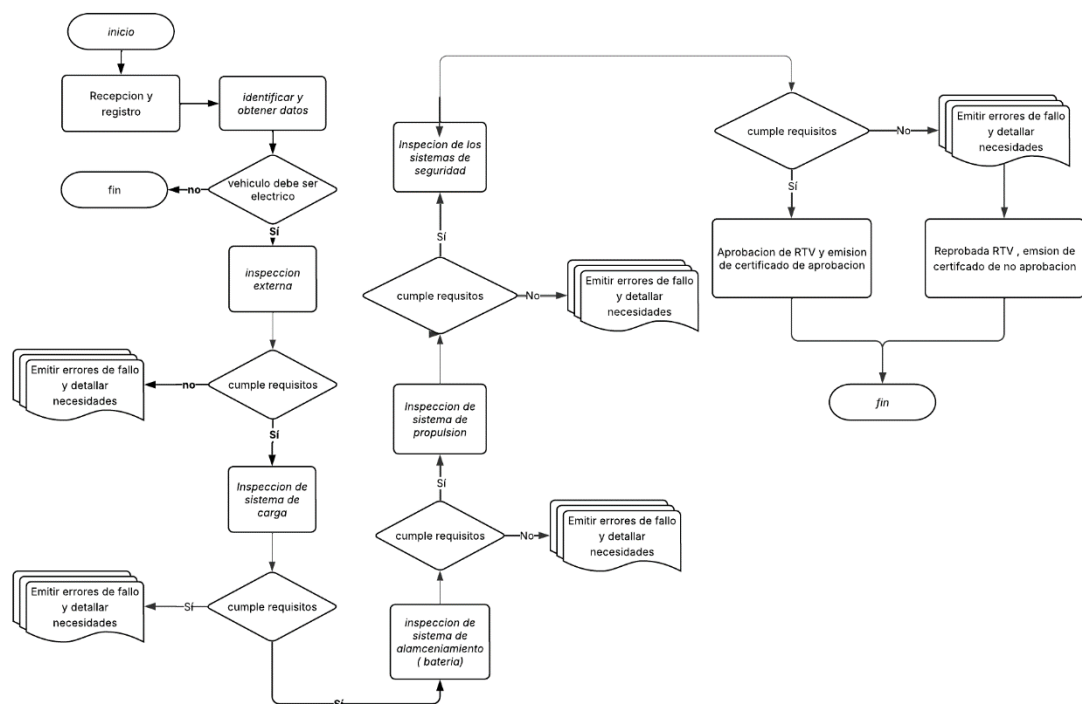


Fig. 11. Flujograma de proceso para la inspección de RTV propuesta

El proceso de RTV para VE se estructura bajo un enfoque metodológico que prioriza la seguridad del personal técnico, la integridad del vehículo y la verificación funcional de los sistemas críticos. Los VE incorporan sistemas de alta tensión que requieren procedimientos

específicos de evaluación, la inspección debe organizarse de manera secuencial, iniciando con verificaciones documentales y visuales, y avanzando hacia la revisión de sistemas energéticos y de seguridad eléctrica.

La primera etapa corresponde a la recepción e identificación del vehículo. En esta fase se verifica la documentación oficial, el número de identificación vehicular (VIN), la matrícula y la clasificación tecnológica del vehículo, determinando si se trata de un VE. Esta etapa es fundamental porque permite identificar el nivel de tensión nominal del sistema de alta tensión, la arquitectura eléctrica, el tipo de sistema de carga y los dispositivos de seguridad que deberían estar presentes según la tecnología del modelo. La correcta identificación garantiza que el procedimiento de inspección se adapte a las características técnicas específicas del vehículo.

Posteriormente en la etapa de inspección visual externa, la cual constituye evaluación que no implica intervención directa sobre el sistema eléctrico energizado. En esta fase se inspecciona la integridad estructural del vehículo, la presencia de señalización de alta tensión, el estado del puerto de carga, la condición visible del cableado de color naranja correspondiente al sistema de alta tensión y la integridad del compartimiento donde se aloja la batería de tracción, especialmente en configuraciones bajo piso. Esta revisión permite detectar daños físicos, manipulaciones indebidas o modificaciones que puedan comprometer la seguridad eléctrica.

Una vez superada la inspección visual, se procede a la evaluación del sistema de carga, aquí se verifica el estado físico y funcional del conector de carga, tanto en corriente alterna como en corriente continua si el vehículo dispone de carga rápida. Se comprueba la correcta fijación del puerto, el estado de los pines, la ausencia de corrosión o deformaciones y, cuando el procedimiento lo contemple, la comunicación básica con un equipo de prueba. La revisión del sistema de carga es relevante porque constituye uno de los puntos de mayor interacción entre el usuario y el sistema de alta tensión.

Posteriormente la etapa de inspección del sistema de almacenamiento de energía, es decir, la batería. Esta evaluación incluye la verificación de la integridad estructural del paquete de baterías, la ausencia de deformaciones, impactos o filtraciones, así como la comprobación de fijaciones y protecciones inferiores. En procedimientos más avanzados puede incluirse la lectura de códigos de falla mediante escáner de diagnóstico, con el fin de identificar alertas

relacionadas con el BMS. Esta fase es crítica, ya que la batería representa el componente de mayor energía almacenada en el vehículo.

La inspección continúa con la evaluación del sistema de propulsión eléctrica, que comprende el motor o motores eléctricos, el inversor y los elementos de transmisión asociados. En esta etapa se verifica la ausencia de ruidos anormales, vibraciones excesivas y comportamientos irregulares durante pruebas dinámicas controladas. Puede evaluarse el funcionamiento general del sistema de tracción bajo condiciones simuladas, siempre respetando los protocolos de seguridad específicos para VE.

Uno de los bloques más importantes del proceso es la inspección del sistema de seguridad eléctrica de alta tensión. En esta fase se verifica la presencia y el estado de dispositivos como el sistema HVIL, los contactores principales, el pirofusible y el sistema de monitoreo de aislamiento. Estos elementos están diseñados para interrumpir o controlar el flujo de energía en caso de colisión, mantenimiento o falla eléctrica. Dependiendo del alcance normativo que se establezca, la evaluación puede limitarse a una verificación visual y de diagnóstico electrónico, o puede incluir mediciones de resistencia de aislamiento utilizando instrumentos especializados como megóhmetros, bajo protocolos estrictos de seguridad y con el uso de equipos de protección personal.

Finalmente, el proceso integra la inspección mecánica convencional que también aplica a VE. En esta etapa se revisan los sistemas de frenos, suspensión, dirección, neumáticos y alumbrado, siguiendo los criterios tradicionales de la RTV. En el caso de los vehículos eléctricos, la evaluación del sistema de frenos adquiere una consideración particular debido a la interacción con el sistema de frenado regenerativo, aunque la verificación principal sigue enfocada en el sistema hidráulico y sus componentes mecánicos.

Una vez completadas todas las etapas, se procede a la consolidación de resultados y emisión del dictamen técnico. Si el vehículo cumple con todos los parámetros establecidos, se emite el certificado correspondiente. En caso contrario, se genera un informe detallado de no conformidades, especificando los sistemas que requieren corrección antes de una nueva inspección.

Este proceso estructurado permite garantizar que la inspección técnica vehicular de vehículos eléctricos no solo mantenga los estándares tradicionales de seguridad vial, sino que incorpore criterios específicos de seguridad eléctrica, alineados con la evolución tecnológica del parque vehicular ecuatoriano.

4.4. Resultado. Formato de RTV de VE

El formato de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) de vehículos eléctricos (VE) en el Ecuador es conforme a las normativas internacionales y a los estándares de seguridad a los que están sujetos los sistemas eléctricos de estos tipos de vehículos. En concreto, el formato tiene por objeto la verificación de:

- La integridad de los sistemas eléctricos de alta tensión (HV)
- La seguridad de las baterías
- El sistema de frenado regenerativo
- El correcto funcionamiento de los circuitos de carga

Sistema de Aislamiento Eléctrico

Una de las prioridades básicas del formato de RTV de VE es la seguridad eléctrica, y eso abarca los sistemas de aislamiento de alta tensión. La opción del formato de RTV contempla pruebas de aislamiento mediante la utilización de un megóhmetro, y la comprobación de que la resistencia del sistema eléctrico que une el cableado de alta tensión a la carrocería del VEHICULO cumple con el nivel exigido.

El modelo RTV-VE sugerido es un sistema técnico con una jerarquía, técnica y preventiva que se adapta a las regulaciones internacionales y al contexto ecuatoriano.

Se incluye:

- Reducir los riesgos eléctricos asociados a sistemas de alta tensión.
- Normalizar el análisis técnico de VE
- Cerrar las brechas regulatorias existentes.

- Garantizar que existe coherencia en los estándares y en el rastreo técnico.

Sistema de Batería

La inspección de la batería de tracción de los VE se centra en comprobar la integridad física del paquete de baterías, que no debe tener daños visibles como corrosiones o fugas de líquido. Se comprueba la existencia de sistemas de desconexión de emergencia en caso de un siniestro. La medición del Estado de Salud (SoH) de la batería es relevante para comprobar que ésta sigue dentro de los estándares de rendimiento. Un SoH por debajo de 70% habrá de considerarse defectuoso, dando lugar al non conforme.

Sistema de Carga

Recogido en el formato de RTV, la revisión del sistema de carga del vehículo eléctrico se centra en la comprobación del puerto de carga y conectores, que no se hayan podido dañar, ni hayan sufrido corrosiones, ni estén en riesgo de contacto con elementos conductores. Se validan los conectores conforme a los estándares internacionales de carga (IEC 61851 e IEC 62196). Se comprueba que el sistema de carga no presenta anomalías; asegurando que el vehículo pueda recibir energía de una forma apropiada de la infraestructura de carga.

Sistema de Frenado Regenerativo

El frenado regenerativo es una característica clave de los vehículos eléctricos, y su correcto funcionamiento es esencial para la seguridad y la eficiencia del vehículo. Durante la inspección de RTV, se verifica que el sistema de frenado regenerativo opere correctamente, sin interferencias con los frenos convencionales. Se asegura de que la transición entre el frenado regenerativo y el mecánico no afecte la estabilidad del vehículo, lo cual es crucial para mantener la seguridad del conductor y los ocupantes.

A continuación, se presentará la Fig. 12 el formato de RTV para VE en el Ecuador, con todo el contenido anteriormente establecido en el documento.

Fecha Inspección		Modelo		País Origen	
Centro RTV		Año		Kilometraje	
Inspector		VIN		Propietario	
Marca		Tipo VE			
INSPECCION VISUAL					
Sistemas:		OBSERVACION		APROBADO	NO APROBADO
Cableado HV					
Aislamiento					
HVIL					
Contactores					
Señales HV					
BATERIA					
Elementos		OBSERVACION		APROBADO	NO APROBADO
SoH de batería					
SoC de batería					
Temperatura					
Falla de BMS					
Fugas de líquido					
Sistema de carga					
Elementos		OBSERVACION		APROBADO	NO APROBADO
Puerto AC/DC					
Conectores					
Comunicación de carga					
SEGURIDAD					
Sistemas		OBSERVACION		APROBADO	NO APROBADO
Corte de energía					
Etiquetas HV					
Airbags					
ABS/ESP					
DIAGNOSTICO ELECTRICO					
Sistemas		Observacion		APROBADO	NO APROBADO
DTC Criticos					
ECU Motor					
ECU BMS					
RESULTADO					
Criterio		Resultado			
Fallas criticas					
Fallas leves					
Estado Final		aprobado/ reprobado			
Firma de Supervisor			Firma de Inspector		

Fig. 12. Formato de RTV para VE en el Ecuador

4.5. Cronograma

En la tabla XXX se puede observar el cronograma de actividades que se realizó para el desarrollo del proyecto hasta el tiempo actual.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se iniciará con las conclusiones del proyecto y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El análisis del marco técnico y normativo vigente evidenció que la regulación ecuatoriana de revisión técnica vehicular se encuentra orientada principalmente a vehículos con motor de combustión interna, sin contemplar de manera específica parámetros asociados a sistemas de alto voltaje, estado de salud de baterías, conectores de carga, circuitos HVIL ni protocolos de seguridad eléctrica propios de los vehículos eléctricos. Esta brecha normativa justifica la necesidad de desarrollar un modelo técnico específico para este tipo de tecnología.
- Se realizó la caracterización técnica del parque automotor eléctrico registrado en el Ecuador, clasificándolo según autonomía, capacidad de batería, arquitectura de alto voltaje, tipo de vehículo y sistemas de recarga. Esta caracterización permitió identificar los sistemas críticos que deben ser evaluados en la revisión técnica, particularmente aquellos relacionados con el sistema de almacenamiento energético y la seguridad eléctrica.
- Se ha diseñado un modelo normativo-técnico fundamentado en estándares internacionales vigentes, el cual define fases operativas, parámetros medibles, valores límite, clasificación de defectos y requerimientos técnicos para los centros de revisión. El modelo integra criterios de evaluación estructurados bajo un enfoque preventivo y basado en riesgo, garantizando coherencia entre normativa internacional y aplicabilidad en el contexto ecuatoriano.
- Desde el punto de vista técnico, la implementación de un modelo específico de revisión técnica para vehículos eléctricos en el Ecuador es viable, ya que los procedimientos propuestos son adaptables a la infraestructura existente con ajustes progresivos en equipamiento y capacitación. Desde el enfoque normativo, su adopción resulta necesaria para garantizar condiciones mínimas de seguridad eléctrica y actualizar el sistema nacional de revisión técnica frente a la transición hacia la movilidad eléctrica. La propuesta desarrollada constituye una base técnica sólida para futuras reformas regulatorias y para la incorporación formal de criterios

específicos de evaluación de vehículos eléctricos dentro del sistema nacional de revisión técnica vehicular.

- Se desarrolló un modelo técnico estructurado para la revisión técnica vehicular de vehículos eléctricos en el Ecuador, integrando estándares normativos y técnicos internacionales con las condiciones operativas del sistema nacional de revisión técnica. El modelo propuesto establece criterios cuantificables para la evaluación de seguridad eléctrica, funcionalidad del sistema de alta tensión y estado técnico del vehículo, constituyendo una herramienta técnica aplicable para la actualización del marco regulatorio vigente.

5.2. Recomendaciones

- Incorporar en las regulaciones actuales de revisión técnica vehicular criterios de inspección para conectores de carga, sistemas electrónicos de control, baterías de tracción y sistemas con alto voltaje. Esta actualización permitirá que se cierren las brechas regulatorias identificadas y que se garanticen condiciones adecuadas de seguridad eléctrica.
- Adaptar la normativa nacional a las normas internacionales en materia de homologación de automóviles eléctricos y seguridad eléctrica, considerando el marco ecuatoriano. Esto facilitará la estandarización de los procesos, asegurará que sean compatibles en términos técnicos y aumentará la confiabilidad del sistema de inspección.
- Poner en marcha un programa piloto en centros de análisis técnico escogidos para determinar la viabilidad operativa, los tiempos de inspección, los requisitos de equipamiento y los posibles cambios en el procedimiento. Este piloto permitirá validar técnicamente el modelo y mejorará su implementación.
- Poner en marcha programas de capacitación especializados que incorporen protocolos de seguridad para alta tensión, el uso de equipos para diagnóstico y sistemas eléctricos de propulsión. La capacitación técnica asegurará que las revisiones se ajusten a los requisitos tecnológicos más recientes y sean exactos.
- Definir las condiciones básicas de infraestructura y equipamiento para la inspección de vehículos eléctricos, incluyendo instrumentos validados para trabajos con voltajes altos y equipos de medición para sistemas de diagnóstico electrónico que sean compatibles con los BMS.
- Es aconsejable implementar un sistema de información actualizado capaz de registrar las características técnicas del parque automotor eléctrico, como la tecnología utilizada, la potencia, la capacidad de la batería y los estándares de carga, entre otros.
- Implementar normas específicas de seguridad laboral en los centros de revisión técnica, como procedimientos para situaciones de emergencia, señalización adecuada y equipos certificados de protección individual.
- Reforzar la coordinación entre los actores del sector automotriz, las entidades de control, las autoridades de transporte y los organismos de normalización.
- Poner en práctica nuevas tecnologías, mejoras en los sistemas de almacenamiento de energía y estándares emergentes.

REFERENCIAS

- [1] S. M. Naiek, S. Aungsuthar, C. Harper, and C. Hendrickson, “Battery Electric Vehicle Safety Issues and Policy: A Review,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 16, no. 7, p. 365, Jul. 2025, doi: 10.3390/wevj16070365.
- [2] M. Umair, N. M. Hidayat, E. Abdullah, T. Hakomori, A. S. Ahmad, and N. H. Nik Ali, “A Review on Electric Vehicles: Technical, Environmental, and Economic Perspectives,” *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, vol. 13, no. 3, pp. 1–53, Sep. 2025, doi: 10.13044/j.sdewes.d13.0568.
- [3] A. R. Mesquita, V. H. S. de Abreu, C. N. Poyares, and A. S. Santos, “Barriers to Electric Vehicle Adoption: A Framework to Accelerate the Transition to Sustainable Mobility,” *Sustainability*, vol. 17, no. 18, p. 8318, Sep. 2025, doi: 10.3390/su17188318.
- [4] J. Martínez-Gómez and V. S. Espinoza, “Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Charging Stations in Latin America,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 15, no. 12, p. 583, Dec. 2024, doi: 10.3390/wevj15120583.
- [5] L. Maita Jaramillo and D. Díaz-Sinche, “Advancing Electric Mobility in Andean Countries: A Systematic Review and Case Study of Ecuador,” *Sustainability*, vol. 17, no. 17, p. 8075, Sep. 2025, doi: 10.3390/su17178075.
- [6] J. F. Mejía-Saldarriaga, M. E. Moreano-Alvarado, and M. Rodríguez-Gámez, “Marco Regulatorio Internacional para promover el uso del vehículo eléctrico y su potencial aplicación en Ecuador.,” *MQRInvestigar*, vol. 8, no. 3, pp. 745–767, Jul. 2024, doi: 10.56048/MQR20225.8.3.2024.745-767.
- [7] D. K. Grebtsov *et al.*, “Electric Vehicle Battery Technologies: Chemistry, Architectures, Safety, and Management Systems,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 15, no. 12, p. 568, Dec. 2024, doi: 10.3390/wevj15120568.
- [8] S. S. Bhoir, G. Thenaisie, C. Brivio, and M. Paolone, “Li-ion cells internal temperature estimation using medium-frequency measurements of impedance argument,” *J. Energy Storage*, vol. 97, p. 112754, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.est.2024.112754.

- [9] M. Florkowski, “Challenges and Trends in High-Voltage Insulation of Electric Vehicle Devices,” *Energies (Basel)*, vol. 19, no. 2, p. 526, Jan. 2026, doi: 10.3390/en19020526.
- [10] D. Feng, “Research on Quality Inspection and Monitoring of Electric Vehicles under Green Energy Vision,” *MATEC Web of Conferences*, vol. 399, p. 00012, Jun. 2024, doi: 10.1051/mateconf/202439900012.
- [11] Z. Jiao, J. Ma, X. Zhao, K. Zhang, D. Meng, and X. Li, “Development of a Rapid Inspection Driving Cycle for Battery Electric Vehicles Based on Operational Safety,” *Sustainability*, vol. 14, no. 9, p. 5079, Apr. 2022, doi: 10.3390/su14095079.
- [12] J. Xu, J. Ma, X. Zhao, H. Chen, B. Xu, and X. Wu, “Detection Technology for Battery Safety in Electric Vehicles: A Review,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 18, p. 4636, Sep. 2020, doi: 10.3390/en13184636.
- [13] E. C. Castillo, “Standards for electric vehicle batteries and associated testing procedures,” in *Advances in Battery Technologies for Electric Vehicles*, Elsevier, 2015, pp. 469–494. doi: 10.1016/B978-1-78242-377-5.00018-2.
- [14] M. E. McGovern *et al.*, “A review of research needs in nondestructive evaluation for quality verification in electric vehicle lithium-ion battery cell manufacturing,” *J. Power Sources*, vol. 561, p. 232742, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.jpowsour.2023.232742.
- [15] V. Ruiz, A. Pfrang, A. Kriston, N. Omar, P. Van den Bossche, and L. Boon-Brett, “A review of international abuse testing standards and regulations for lithium ion batteries in electric and hybrid electric vehicles,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, pp. 1427–1452, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.05.195.
- [16] L. Jiang, X. Diao, Y. Zhang, J. Zhang, and T. Li, “Review of the Charging Safety and Charging Safety Protection of Electric Vehicles,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 12, no. 4, p. 184, Oct. 2021, doi: 10.3390/wevj12040184.
- [17] P. Tapak, M. Kocur, M. Rabek, and J. Matej, “Periodical Vehicle Inspections with Smart Technology,” *Applied Sciences*, vol. 13, no. 12, p. 7241, Jun. 2023, doi: 10.3390/app13127241.

- [18] X. Feng, M. Ouyang, X. Liu, L. Lu, Y. Xia, and X. He, “Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review,” *Energy Storage Mater.*, vol. 10, pp. 246–267, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.ensm.2017.05.013.
- [19] S. Onori, L. Serrao, and G. Rizzoni, *Hybrid Electric Vehicles*. London: Springer London, 2016. doi: 10.1007/978-1-4471-6781-5.
- [20] J. P. Díaz-Samaniego, J. Guillén, D. Arroyo, and M. M. Davis, “Performance Evaluation of an Electric Vehicle in Real Operating Conditions of Quito, Ecuador,” 2019, pp. 328–337. doi: 10.1007/978-3-319-94409-8_37.
- [21] P. Quintana, R. Ullauri, O. Ramos, D. Gaona, and J. Martínez-Gómez, “Proposal of Methodology Based on Technical Characterization and Quantitative Contrast of CO₂ Emissions for the Migration to Electric Mobility of the Vehicle Fleet: Case Study of Electric Companies in Ecuador,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 16, no. 7, p. 373, Jul. 2025, doi: 10.3390/wevj16070373.
- [22] J. P. Montero-Salgado, J. Muñoz-Sanz, B. Arenas-Ramírez, and C. Alén-Cordero, “Identification of the Mechanical Failure Factors with Potential Influencing Road Accidents in Ecuador,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 13, p. 7787, Jun. 2022, doi: 10.3390/ijerph19137787.
- [23] United Nations Economic Commission for Europe, *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train, UNECE Regulation No. 100*, Geneva, Switzerland, 2021.
- [24] United Nations Economic Commission for Europe, *Uniform provisions concerning the approval of passenger cars with regard to braking, UNECE Regulation No. 13-H*, Geneva, Switzerland, 2019.
- [25] United Nations Economic Commission for Europe, *Uniform provisions concerning the approval of Quiet Road Transport Vehicles with regard to their reduced audibility, UNECE Regulation No. 138*, Geneva, Switzerland, 2017.
- [26] United Nations Economic Commission for Europe, *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility, UNECE Regulation No. 10*, Geneva, Switzerland, 2019.

- [27] Standardization Administration of China, *Electric vehicles safety requirements, GB 18384-2020*, Beijing, China, 2020.
- [28] Standardization Administration of China, *Electric vehicles traction battery safety requirements, GB 38031-2020*, Beijing, China, 2020.
- [29] Standardization Administration of China, *Electric vehicles traction battery safety requirements, GB 38031-2025*, Beijing, China, 2025.
- [30] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, *Korean Motor Vehicle Safety Standards*, Sejong City, South Korea, 2023.
- [31] Japanese Industrial Standards Committee, *Japanese Industrial Standards (JIS)*, Tokyo, Japan, 2023.
- [32] Society of Automotive Engineers of Japan, *Japanese Automotive Standards*, Tokyo, Japan, 2023.
- [33] International Organization for Standardization, *Conformity assessment — Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection, ISO/IEC 17020*, Geneva, Switzerland, 2012.
- [34] International Organization for Standardization, *Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Protection against electrical hazards, ISO 6469-3*, Geneva, Switzerland, 2011.
- [35] Society of Automotive Engineers, *On-Board Diagnostics (OBD) — Diagnostic Test Modes, SAE J1979*, Warrendale, PA, USA, 2018.
- [36] United Nations Economic Commission for Europe, *Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP)*, Geneva, Switzerland, 2017.
- [37] International Electrotechnical Commission, *Electric vehicle conductive charging system, IEC 61851-1*, Geneva, Switzerland, 2017.
- [38] International Organization for Standardization, *Electrically propelled road vehicles — Safety specifications for EV connection to an external power supply, ISO 17409*, Geneva, Switzerland, 2015.

- [39] International Organization for Standardization, *Road vehicles — Vehicle to grid communication interface, ISO 15118-2*, Geneva, Switzerland, 2014.
- [40] International Organization for Standardization, *Electrically propelled road vehicles — Test specification for lithium-ion traction battery packs and systems, ISO 12405-1*, Geneva, Switzerland, 2011.
- [41] International Electrotechnical Commission, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets — Conductive charging of electric vehicles, IEC 62196-1*, Geneva, Switzerland, 2014.
- [42] International Electrotechnical Commission, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for portable sealed secondary cells, IEC 62133-2*, Geneva, Switzerland, 2017.
- [43] International Electrotechnical Commission, *Electric vehicle batteries — Test methods and performance requirements, IEC 61982-1*, Geneva, Switzerland, 2012.
- [44] International Electrotechnical Commission, *Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment, IEC 61140*, Geneva, Switzerland, 2016.
- [45] International Electrotechnical Commission, *Low-voltage electrical installations — Part 7-722: Requirements for special installations or locations — Electric vehicles, IEC 60364-7-722*, Geneva, Switzerland, 2018.
- [46] Society of Automotive Engineers, *Safety practices for electric vehicles — High voltage wiring identification, SAE J2344*, Warrendale, PA, USA, 2019.
- [47] Society of Automotive Engineers, *Safety standard for high voltage systems in electric vehicles, SAE J2910*, Warrendale, PA, USA, 2020.
- [48] National Highway Traffic Safety Administration, *Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 305 — Electric-powered vehicles: Electrolyte spillage and electrical shock protection*, Washington, DC, USA, 2018.

- [49] Ministerio de Transporte, *Resolución 45295 de 2022 — Compilación de normas de tránsito y transporte*, Bogotá, Colombia, 2022.
- [50] Agencia Nacional de Tránsito, *Reglamento para la Revisión Técnica Vehicular*, Quito, Ecuador, 2021.
- [51] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *NTE INEN 2349:2003 — Procedimientos generales de inspección vehicular*, Quito, Ecuador, 2003.
- [52] Agencia Nacional de Tránsito, *Resolución 046-DIR-2012 — Procedimientos de inspección técnica vehicular*, Quito, Ecuador, 2012.
- [53] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *UNECE/RTE INEN 034:2010 — Homologación de vehículos importados*, Quito, Ecuador, 2010.
- [54] Agencia de Tránsito Municipal, *Instructivo DRTV-2022-IRTv — Inspección técnica vehicular para vehículos eléctricos*, Guayaquil, Ecuador, 2022.
- [55] Asamblea Nacional de Ecuador, *Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*, Quito, Ecuador, 2010.
- [56] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *Reglamento General de la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*, Quito, Ecuador, 2011.
- [57] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Requisitos generales para el funcionamiento de los Centros de Revisión Técnica Vehicular (CRTV), INEN 2089*, Quito, Ecuador, 2005.
- [58] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Requisitos de desempeño para sistemas de frenos de vehículos automotores, INEN 2202*, Quito, Ecuador, 2007.
- [59] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, *Información del sector automotriz*, Quito, Ecuador, 2026.
- [60] Servicio de Rentas Internas, *Información tributaria y regulatoria de vehículos*, Quito, Ecuador, 2026.
- [61] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, *Boletín de venta de vehículos — Noviembre 2024*, Quito, Ecuador, Dec. 2024.

ANEXOS

TABLA XXXII DE ANEXOS: CATASTRO DE PARQUE AUTOMOTOR ELÉCTRICO DEL 2024 OBTENIDO DE BASE DE DATOS DEL SRI

MARCA	MODELO	PAÍS	AÑO MODELO
AUDI	Q8 E-TRON 50 GEGBUB AC 5P 4X4 TA EV	BELGICA	2024
	Q8 E-TRON 50 SPORTBACK GETBUB AC 5P 4X4 TA EV		
	Q8 E-TRON 50 SPORTBACK SLINE GETCUB AC 5P 4X4 TA EV		
	Q8 E-TRON 55 QUATT GEGBVC AC 5P 4X4 TA EV		
	Q8 E-TRON 55 SPORTBACK GETBVC AC 5P 4X4 TA EV		
	RS E-TRON GT F83RH7 AC 4P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2023
AVANTIER	MODEL C AC 2P 4X2 TA EV	CHINA	2024
BAW	MPV AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2024
BMW	I5 EDRIVE40 AC 5P 4X2 TA EV	ALEMANIA	2024
	IX XDRIVE40 AC 5P 4X4 TA EV		2025
			2024
	IX1 EDRIVE20 AC 5P 4X2 TA EV		2025
			2024
	IX1 XDRIVE30 AC 5P 4X4 TA EV		2025
			2024
	IX2 XDRIVE 30 AC 5P 4X4 TA EV		2025
	IX3 M SPORT AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	
BYD	BYD T3 GL AC 2.0 4X2 TA EV	CHINA	2024
	BYD7005BEV AC 4P 4X2 TA EV		2017
	E5 400 AC 4P 4X2 TA EV		2020
	E5 AC 4P 4X2 TA EV		2025
	HAN AC 4P 4X4 TA EV		2024

	IDOLPHIN AC 5P 4X2 TA EV		2025
			2024
	IDOLPHIN EU GS AC 5P 4X2 TA EV		2022
	SEAGULL 300KM AC 5P 4X2 TA EV		2025
			2024
	SEAGULL 400KM AC 5P 4X2 TA EV		2025
	SEAGULL AC 4P 4X2 TA EV		2023
	SEAL AC 4P 4X4 TA EV		2024
	TANG AC 5P 4X4 TA EV		2025
			2024
	TANG CHAMPION AC 5P 4X4 TA EV		
	YUAN PLUS AC 5P 4X2 TA EV		
	YUAN PLUS GL AC 5P 4X2 TA EV		
	YUAN PRO GS AC 5P 4X2 TA EV		2025
CENNTRO	AVANTIER AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
CHANGAN	AVATR 11 AC 5P 4X4 TA EV	CHINA	2023
CHERY	EQ7 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
CHEVROLET	BLAZER AC 5P 4X4 TA EV	MEXICO	2024
	BLAZER RS AC 5P 4X4 TA EV		2025
			2024
	BOLT EUV AC 5P 4X2 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2023
	EQUINOX AC 5P 4X4 TA EV	MEXICO	2024
	SPARK EUV AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	
DFSK	AITO M5 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2023
	VENUCIA D60EV PLUS COMFORT AC 4P 4X2 TA EV		2024
	AITO M7 AC 5P 4X4 TA EV		2023
	E70 AC 4P 4X2 TA EV		2024

			2023
			2022
	EC35 CARGO AC 4P 4X2 TA EV		2024
			2023
	GLORY E3 LUXURY AC 5P 4X2 TA EV		2024
	GLORY E3 SUPREME AC 5P 4X2 TA EV		
			2023
	NAMMI 330 AC 5P 4X2 TA EV		2024
	NAMMI 430 AC 5P 4X2 TA EV		
	NANO BOX EX1 PRO AC 5P 4X2 TA EV		2023
	NEW RICH 6 AC CD 4X2 TA EV		2024
	SERES 5 BEV PREMIUM AC 5P 4X4 TA EV		
			2023
	SERES 5 BEV STANDAR AC 5P 4X2 TA EV		2024
	SERES 5 MAX EVR AC 5P 4X4 TA EV		2025
			2023
	SERES 7 EVR PREMIUM AC 5P 4X4 TA EV		
			2024
	SKY AC 5P 4X2 TA EV		2024
	VENUCIA VX6 E AC 5P 4X2 TA EV		2023
ELECTRIC HOUSE	YOUNG AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2023
FORD	F-150 AC CD 4X4 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2023
	F150 LIGHTNING AC CD 4X4 TA EV		
GEELY	ZEEKR 001 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2023
GMC	HUMMER 3X AC 5P 4X4 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2024
	HUMMER 3X SUV AC 5P 4X4 TA EV		
HYUNDAI	IONIQ 5 AC 5P 4X4 TA EV	COREA DEL SUR	2024
JAC	E30X AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
	E30X HGS AC 5P 4X2 TA EV		
	E-JS1 AC 5P 4X2 TA EV		2024

	HFC5036XXYREV2 AC 4P 4X2 TA EV		
JIAYUAN	JY7222-ZQR 2P 4X2 TA EV	CHINA	2022
	JY7222-ZQR CITY SPIRITS 2P 4X2 TA EV		2023
JINMA	J2-P DE CARGA 2P 4X2 TA EV	CHINA	2023
	J2-P DE PASAJEROS 4P 4X2 TA EV		
JINPENG	AMY 5P 4X2 TA EV	CHINA	2023
KEYTON	M70L AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
			2024
KIA	EV5 AC 5P 4X4 TA EV	CHINA	2024
			2023
	EV5 AIR AC 5P 4X2 TA EV		2025
	EV5 WAVE AC 5P 4X4 TA EV		
	EV6 AC 5P 4X4 TA EV		2024
	EV9 6PAS AC 5P 4X4 TA EV		2025
	EV9 7PAS AC 5P 4X4 TA EV		
	EV9 AC 5P 4X4 TA EV		2024
	NIRO AC 5P 4X2 TA EV		
	SOUL AC 5P 4X2 TA EV		2025
			2017
LEAPMOTOR	C10 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
	C11 AC 5P 4X2 TA EV		2024
			2023
	T03 AC 4P 4X2 TA EV		2024
			2023
MAXUS	EUNIQ 5 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2024
	EUNIQ6 AC 5P 4X2 TA EV		2023
MERCEDES BENZ	EQA 350 AC 5P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2025
			2024

	EQA 350 I AC 5P 4X4 TA EV		2023
	EQB 350 AC 5P 4X4 TA EV	HUNGRIA	2025
			2024
	EQB 350 I AC 5P 4X4 TA EV		2023
	EQB 350 II AC 5P 4X4 TA EV		
	EQB350 AC 5P 4X4 TA EV		
	EQE 350 AC 4P 4X2 TA EV	ALEMANIA	
	EQE 350 AC 5P 4X2 TA EV	ESTADOS UNIDOS	
		ALEMANIA	
	EQS 450 AC 4P 4X2 TA EV		
	EQS 450 AC 5P 4X4 TA EV	ESTADOS UNIDOS	
MG	MG4 COM AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
	MG MARVEL R AC 5P 4X2 TA EV		2024
			2023
	MG MARVEL R AC 5P 4X4 TA EV		2025
	MG4 COM AC 5P 4X2 TA EV		2024
	MG4 STD AC 5P 4X2 TA EV		2025
MINI	COOPER SE AC 3P 4X2 TA EV	CHINA	2024
	COOPER SE HATCH AC 3P 4X2 TA EV	REINO UNIDO	
MODERN	MODERN IN AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2023
NETA	NETA AYA AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
	NETA U AC 5P 4X2 TA EV		
	NETA V AC 5P 4X2 TA EV		2024
NISSAN	X-TRAIL EPOWER ADVANCE AC 5P 4X4 TA EV	JAPON	2025
	LEAF AC 5P 4X2 TA EV	REINO UNIDO	2022
	X-TRAIL EPOWER ADVANCE AC 5P 4X4 TA EV	JAPON	2024
	X-TRAIL EPOWER EXCLUSIVE AC 5P 4X4 TA EV		2025

			2024
PORSCHE	TAYCAN 4S AC 4P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2025
	MACAN 4 ELECTRIC AC 5P 4X4 TA EV		2024
	TAYCAN AC 4P 4X2 TA EV		2025
RIDDARA	RD6 AC CD 4X2 TA EV	CHINA	2025
	RD6 PRO AC CD 4X2 TA EV		
SHINERAY	SWM G03 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
SKYWELL	EV6 LUXURY AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2025
	ET5 - LV2 AC 5P 4X2 TA EV		2023
	ET5 - LV3 AC 5P 4X2 TA EV		
	ET5 LV3 AC 5P 4X2 TA EV		
	EV6 COMFORT AC 5P 4X2 TA EV		2025
TESLA	Y AC 5P 4X4 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2024
URVANE MOBILITY	FSC-X7 AC 3P 4X2 TA EV	CHINA	2024
	FSC-ZS ELECTRIC CAR AC 2P 4X2 TA EV		2025
VOYAH	FREE AC 5P 4X4 TA EV	CHINA	2023
YUANCHENG	V6E AC CS 4X2 TA EV	CHINA	2022
ZEDRIV	GC1 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2019

TABLA XXXIII DE ANEXOS: CATASTRO DE PARQUE AUTOMOTOR ELÉCTRICO DEL 2025 OBTENIDO DE BASE DE DATOS DEL SRI

MARCA	MODELO	PAIS	AÑO
AUDI	Q6 SPORTBACK ETRON 45 GFNA1A AC 5P 4X2 TA EV	ALEMANIA	2025
	Q6 SUV ETRON GFBA1A AC 5P 4X2 TA EV		
	Q8 E-TRON 50 GEGBUB AC 5P 4X4 TA EV	BELGICA	2024
	Q8 E-TRON 50 SPORTBACK GETBUB AC 5P 4X4 TA EV		
	Q8 E-TRON 55 QUATT GEGBVC AC 5P 4X4 TA EV		
	RS E-TRON GT F83RH7 AC 4P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2023

AVANTIER	COMMUTER AC 5P 4X2 TA EV	CHINA	2026
	MODEL C AC 2P 4X2 TA EV	POPULAR	
			2025
BAIC	EU5 PLUS AC 4P 4X2 TA EV	CHINA	2025
		POPULAR	
BMW	IX1 EDRIIVE20 AC 5P 4X2 TA EV	ALEMANIA	2026
	IX XDRIVE 45 AC 5P 4X4 TA EV		
	IX XDRIVE 50 AC 5P 4X4 TA EV		2025
	IX XDRIVE40 AC 5P 4X4 TA EV		
	IX1 EDRIIVE20 AC 5P 4X2 TA EV		
	IX1 XDRIVE30 AC 5P 4X4 TA EV		
			2024
	IX2 XDRIVE 30 AC 5P 4X4 TA EV		
			2026
			2025
BYD	TANG AC 5P 4X4 TA EV	CHINA	2026
	BYD T3 GL AC 2.0 4X2 TA EV	POPULAR	2024
	HAN AC 4P 4X4 TA EV		2025
			2024
	IDOLPHIN AC 5P 4X2 TA EV		2026
	SEAGULL 300KM AC 5P 4X2 TA EV		2025
	SEAGULL 400KM AC 5P 4X2 TA EV		
			2024
	SEAGULL FWD GL 5S AC 5P 4X2 TA EV		2026
	SEAGULL FWD GS 5S AC 5P 4X2 TA EV		
	SEAL AC 4P 4X4 TA EV		
	SEALION 7 AC 5P 4X4 TA EV		
	TANG AC 5P 4X4 TA EV		2025

			2024
	YUAN PLUS AC 5P 4X2 TA EV		
			2023
	YUAN PLUS GL AC 5P 4X2 TA EV		2024
	YUAN PLUS GS AC 5P 4X2 TA EV		2026
			2025
	YUAN PRO GS AC 5P 4X2 TA EV		2026
			2025
CENNTRO	AVANTIER AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
CHANGAN	DEEPAL S05 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	DEEPAL S07 AC 5P 4X2 TA EV		
CHERY	EQ7 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
			2025
CHEVROLET	BLAZER RS AC 5P 4X4 TA EV	MEXICO	2026
			2025
	BOLT EUV AC 5P 4X2 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2023
	CAPTIVA EV AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	EQUINOX AC 5P 4X4 TA EV	MEXICO	2024
	EQUINOX RS AC 5P 4X4 TA EV		2026
	F510S AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	
	SPARK EUV AC 5P 4X2 TA EV		
DFSK	EC75 CARRIAGE CARGO AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	SERES 7 EVR 6P PREMIUM AC 5P 4X4 TA EV		
	SERES 5 BEV STANDAR AC 5P 4X2 TA EV		2025
	EC75 CARRIAGE CARGO AC 5P 4X2 TA EV		2024
	SERES 7 EVR PREMIUM AC 5P 4X4 TA EV		2025
	SERES 5 MAX EVR AC 5P 4X4 TA EV		

	SERES 5 BEV STANDAR AC 5P 4X2 TA EV		2024
	GLORY E3 SUPREME AC 5P 4X2 TA EV		
	EC35 CARGO AC 4P 4X2 TA EV		
	GLORY E3 LUXURY AC 5P 4X2 TA EV		
	GLORY E3 SUPREME AC 5P 4X2 TA EV		2023
	VIGO PLUS AC 5P 4X2 TA EV		2025
	NAMMI 01 E3 AC 5P 4X2 TA EV		2026
	NAMMI 01 E2 AC 5P 4X2 TA EV		
	NAMMI 01 AC 5P 4X2 TA EV		2025
	SKY AC 5P 4X2 TA EV		2024
	NANO BOX EX1 PRO AC 5P 4X2 TA EV		2023
	NEW RICH 6 AC CD 4X2 TA EV		2024
	E70 AC 4P 4X2 TA EV		2023
	VENUCIA VX6 520 TRAVEL VERSION AC 5P 4X2 TA EV		2025
ELECTRIC HOUSE	YOUNG AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2023
FARIZON	V6E AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
			2025
FORD	F150 LIGHTNING AC CD 4X4 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2024
	MUSTANG MACH-E PREMIUM AC 5P 4X4 TA EV	MEXICO	
FORTHING	FRIDAY 410 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2024
FOTON	TUNLAND EV AC CD 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
GAC	AION V 650 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	AION UT AC 5P 4X2 TA EV		
	AION V 520 AC 5P 4X2 TA EV		
	AION ES AC 4P 4X2 TA EV		
	AION Y GE AC 5P 4X2 TA EV		
	AION ES AC 4P 4X2 TA EV		2025

GEELY	ZEEKR 001 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2023
HELMARV	EQ7 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2024
	C AC 3P 4X2 TA EV		
	S AC 4P 4X2 TA EV		
HYUNDAI	IONIQ5 LIMITED 74KW AC 5P 4X4 TA EV	COREA DEL SUR	2025
	IONIQ 5 AC 5P 4X4 TA EV		2024
			2023
JAC	E30X HGS AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	E10X AC 5P 4X2 TA EV		
	E-JS1 AC 5P 4X2 TA EV		2024
			2023
JUNFENG	JF-008 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2024
	JF-S3 AC 5P 4X2 TA EV		2025
KEYTON	M70L AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	M70 ELECTRIC CARGO VAN AC 3P 4X2 TA EV		2024
	M80 ELECTRIC VAN AC 4P 4X2 TA EV		
KIA	EV3 AIR AC 5P 4X2 TA EV	COREA DEL SUR	2026
			2025
	EV3 WAVE AC 5P 4X2 TA EV		
	EV5 AIR AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
			2025
	EV5 WAVE AC 5P 4X4 TA EV		2026
			2025
	EV9 6PAS AC 5P 4X4 TA EV	COREA DEL SUR	2026
			2025
	EV9 7PAS AC 5P 4X4 TA EV		
	PV5 GL SR AC 5P 4X2 TA EV		2026
	PV5 TAX SR AC 5P 4X2 TA EV		

LEAPMOTOR	C10 COMFORT EDITION 210 EVRE AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
	C10 AC 5P 4X2 TA EV		
	C10 SMART EDITION 530 AC 5P 4X2 TA EV		
	C11 AC 5P 4X2 TA EV		
			2024
	C11 COMFORT EDITION 580 AC 5P 4X2 TA EV		2025
	T03 AC 4P 4X2 TA EV		2024
	T03 COMFORT EDITION 403 AC 4P 4X2 TA EV		2025
LYNK AND CO	02 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
			2025
MAXUS	EUNIQ6 AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2023
MERCEDES BENZ	EQA 350 AC 5P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2025
	EQB 350 AC 5P 4X4 TA EV	HUNGRIA	
	EQS 450 AC 5P 4X4 TA EV	ESTADOS UNIDOS	2023
	EQS 450 AC 4P 4X2 TA EV	ALEMANIA	
MG	MG CYBERSTER DEL AC 2P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	MG CYBERSTER LUX AC 2P 4X4 TA EV		
	MG MARVEL R AC 5P 4X2 TA EV		2025
			2024
			2023
	MG MARVEL R AC 5P 4X4 TA EV		2025
			2024
			2023
	MG ZS AC 5P 4X2 TA EV		2024
	MG4 COM AC 5P 4X2 TA EV		2025
	MG4 STD AC 5P 4X2 TA EV		
			2024

MINI	COUNTRYMAN SE ALL4 AC 5P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2026
	ACEMAN E AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
	ACEMAN SE AC 5P 4X2 TA EV		
	COOPER E AC 3P 4X2 TA EV		
	COOPER SE AC 3P 4X2 TA EV		2024
	COOPER SE HATCH AC 3P 4X2 TA EV	REINO UNIDO	
	COUNTRYMAN E AC 5P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2026
	COUNTRYMAN SE ALL4 AC 5P 4X4 TA EV		2025
NETA	NETA AYA AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
	401KM LITE EDITION AC 5P 4X2 TA EV		2024
	GT AC 2P 4X2 TA EV		2023
	NETA U AC 5P 4X2 TA EV		2025
	NETA V AC 5P 4X2 TA EV		
			2024
NISSAN	X-TRAIL EPOWER ADVANCE AC 5P 4X4 TA EV	JAPON	2026
	LEAF AC 5P 4X2 TA EV	REINO UNIDO	2023
	X-TRAIL EPOWER ADVANCE AC 5P 4X4 TA EV	JAPON	2025
			2024
	X-TRAIL EPOWER EXCLUSIVE AC 5P 4X4 TA EV		2026
			2025
			2024
OPEL	FRONTERA AC 5P 4X2 TA EV	ESLOVAQUIA	2025
PORSCHE	MACAN TURBO ELECTRIC AC 5P 4X4 TA EV	ALEMANIA	2025
	MACAN 4 ELECTRIC AC 5P 4X4 TA EV		
			2024
	TAYCAN AC 4P 4X2 TA EV		2025
RENAULT	KANGOO E-TECH CARGO AC 4P 4X2 TA EV	ALEMANIA	2025
RIDDARA	RD6 PRO AC CD 4X4 TA EV		2025

	RD6 AC CD 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	
	RD6 PRO AC CD 4X2 TA EV		
SHINERAY	SWM G03 8P AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2026
	SWM G03 AC 5P 4X2 TA EV		2025
SKYWELL	EV6 LUXURY AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
	EV6 COMFORT AC 5P 4X2 TA EV		
	ET5 LV2 AC 5P 4X2 TA EV		2023
SMART	#1 HX PURE AC 5P 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
	#3 HC BRABUS AC 5P 4X4 TA EV		
	#3 HC PRO AC 5P 4X2 TA EV		
	#3 HC PRO+ AC 5P 4X2 TA EV		
URVANE MOBILITY	Q1 TRUCK CS 4X2 TA EV	CHINA POPULAR	2025
	FSC-X7 AC 3P 4X2 TA EV		2026
	FSC-X7 ELECTRIC CAR AC 2P 4X2 TA EV		2025
	FSC-ZS ELECTRIC CAR AC 2P 4X2 TA EV		2026
			2025
VOYAH	FREE AC 5P 4X4 TA EV	CHINA POPULAR	2023
ZEEKR	001 FLAGSHIP AC 5P 4X4 TA EV	CHINA POPULAR	2026
			2025
	001 PREMIUM AC 5P 4X4 TA EV		
	7X PERFORMANCE AC 5P 4X4 TA EV		2026
			2025
	X FLAGSHIP AC 5P 4X4 TA EV		
	X PREMIUM AC 5P 4X2 TA EV		
