

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO  
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

TEMA: DESARROLLO DE UNA NORMATIVA DE SEGURIDAD  
PARA EL MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y  
ELÉCTRICOS

AUTOR: CABASCANGO ANDRIMBA ANDERSON BRYAN  
LOYOLA GUAYLLAS ALEXANDER PAUL

DIRECTOR: ING. LUIS ANDRES GARZON PÉREZ, MSc.

Ibarra, 2023

## **CERTIFICADO**

### **ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería Automotriz, nombrando por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### **CERTIFICO:**

Que una vez analizando el plan de grado cuyo título es "**DESARROLLO DE UNA NORMATIVA DE SEGURIDAD PARA EL MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS**" presentado por los señores: Cabascango Andrimba Anderson Bryan con número de cédula 1004599658 y Loyola Guailas Alexander Paúl con número de cédula 1723972210, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 15 días del mes de diciembre del 2023.

Atentamente



Ing. Andrés Garzón MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004599658		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cabascango Andrimba Anderson Bryan		
DIRECCIÓN:	Caluqui, Gonzáles Suarez		
EMAIL:	abcabascango@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0979 878291

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Desarrollo de una normativa de seguridad para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos"
AUTOR (ES):	Cabascango Andrimba Anderson Bryan Loyola Guailas Alexander Paul
FECHA: DD/MM/AAAA	18/12/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Andrés Garzón Pérez MSc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de diciembre de 2023

EL AUTOR:

Nombre: Cabascango Anderson



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172397221-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Loyola Guailas Alexander Paul		
DIRECCIÓN:	Tabacundo, Pedro Moncayo		
EMAIL:	aployolag@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0978845399

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Desarrollo de una normativa de seguridad para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos"
AUTOR (ES):	Cabascango Andrimba Anderson Bryan Loyola Guailas Alexander Paul
FECHA: DD/MM/AAAA	18/12/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Andrés Garzón Pérez MSc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de diciembre de 2023

EL AUTOR:

Nombre: Loyola Alexander

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado con mucho amor y cariño para mis padres que con su esfuerzo y sacrificio me apoyaron durante toda mi carrera universitaria, para mi hermano Kevin por siempre aconsejarme y ser un ejemplo para seguir, para mi hermano Frank por acompañarme en todo momento, y para Lizbeth por demostrarme su amor incondicional en los momentos difíciles.

**Cabascango Andrimba Anderson Bryan**

Este proyecto es dedicado a todos los miembros de mi familia, a mis padres y hermanos por su innegable apoyo en todo este proceso. Y en particular, con todo mi amor y cariño a mi esposa Estefi y a mi hija Juliet por ser la luz que alumbra el sendero de mi camino.

**Loyola Guailas Alexander Paul**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a la virgencita del Quinche por bendecirme con este momento tan impórtate, dándome la fortaleza y la sabiduría para perseguir este sueño tan anhelado.

A mi madrecita Olga que es el pilar fundamental de este logro quien con su paciencia y amor incondicional me ha apoyado en cada etapa de mi vida, gracias por ser mi mayor motivación, a mi padre Alfonso por sus consejos y valores inculcados para ser un hombre de bien, a mis hermanos Kevin y Frank por motivarme a ser una mejor persona y un mejor hermano, agradezco de todo corazón a Lizbeth por acompañarme con mucho amor en este largo camino, motivándome y apoyándome.

A la Universidad Técnica del Norte por los conocimientos impartidos, al ingeniero Andrés Garzón, por haber aceptado ser el tutor de este trabajo de titulación.

**Cabascango Andrimba Anderson Bryan**

En primer lugar, agradecer a Dios por guiarme y llegar hasta este punto en mi formación académica y llenarme de salud para poder lograrlo.

Agradezco infinitamente a mis padres y hermanos por el constante apoyo brindado ya que gracias a sus palabras de aliento pude fijarme y cumplir esta meta.

Y en especial, a mi esposa Estefanía y a mi hija Juliet por ser la luz que guía mi vida día a día y siempre con sus palabras dan valor a cada actividad que he realizado.

**Loyola Guailas Alexander Paul**

## GLOSARIO

**EPP:** Equipos de Protección Personal

**INEN:** Servicio Ecuatoriano de Normalización

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**SAE:** Sociedad de Ingenieros Automotrices

**ECU:** Unidad de Control de Motor

**ICE:** Motor de Combustión Interna

**E-REV:** Vehículo de rango extendido

**EV:** Vehículo eléctrico

**HEV:** Vehículo Eléctrico híbridos

**PHEV:** Híbridos enchufable

**EMS:** Sistema de Gestión Del Motor

**BMS:** Sistema de Gestión de Baterías

**IPM:** Módulo de Potencia Inteligente

**OHSAS:** Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

**ASTM:** Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales

**IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional

**NTE:** Normativa Técnica Ecuatoriana

**RTE:** Reglamento Técnica Ecuatoriana

**NTP:** Notas Técnicas de Prevención

**DGUV:** Organización de Salud Pública y Prevención de Riesgos Laborales de Alemania

**ANSI:** Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

**ISEA:** Norma Nacional Estadounidense para la Protección de las Manos

**NFPA:** Asociación Nacional de Protección contra el Fuego

## ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO .....	VI
RESUMEN .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
CAPÍTULO I .....	16
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Situación Actual .....	17
1.3 Prospectiva .....	17
1.4 Planteamiento del Problema .....	17
1.5 Alcance .....	18
1.6 Justificación .....	18
1.7 Contexto .....	19
1.8 Objetivo General.....	19
1.9 Objetivo Específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
2. GENERALIDADES DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS .....	20
2.1 Fundamentos.....	20
2.2 Características Principales .....	20
2.3 Arquitectura y clasificación SAE de vehículos híbridos y eléctricos.....	20
2.4 Componentes del vehículo Híbrido y Eléctrico.....	22
2.4.1 Motor de combustión interna.....	22
2.4.2 Batería de alta tensión.....	22
2.4.3 Motor eléctrico .....	23
2.4.4 Motor de corriente continua .....	23
2.4.5 Motor de corriente alterna .....	23
2.4.6 Sistema inversor .....	24
2.5 Control y gestión energética .....	25
2.5.1 Sistema de gestión de baterías .....	25
2.5.2 Sistema de gestión de energía.....	26
2.5.3 Baterías de vehículos híbridos y eléctricos.....	26

2.5.4	Sistema de alta tensión .....	28
2.5.5	Circuito de interbloqueo del sistema de alta tensión .....	29
2.6	Seguridad en vehículos híbridos y eléctricos .....	32
2.6.1	Herramientas para el mantenimiento de vehículos eléctricos .....	32
2.6.2	Equipos de Protección Personal .....	34
2.7	Normativa y reglamentación de seguridad .....	37
2.8	Normativa para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos.....	39
2.8.1	Normativas Americanas de Herramientas y EPP .....	39
2.8.2	Normativas Europeas de Herramientas y EPP .....	40
CAPÍTULO III .....		42
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	42
3.1	Proceso metodológico .....	42
3.2	Enfoque de la investigación.....	43
3.2.1	Elementos informativos preliminares .....	45
3.2.2	Elemento Normativo .....	46
3.2.3	Elementos informativos complementarios .....	51
CAPÍTULO IV .....		52
4.	RESULTADOS .....	52
4.1	Propuesta de Protocolo de Seguridad .....	52
4.1.1	Criterios para la manipulación de HEV y EV .....	52
4.1.2	Procedimientos en el taller .....	53
4.1.3	Procedimiento ante un siniestro.....	61
4.1.4	Parque automotor eléctrico en el Ecuador .....	66
4.2	Propuesta de Norma Técnica.....	69
4.2.1	Introducción.....	69
4.2.2	Objeto y campo de aplicación .....	69
4.2.3	Alcance .....	70
4.2.4	Términos y definiciones .....	70
4.2.5	Requisitos .....	71
4.2.6	Disposiciones generales.....	75
4.2.7	Métodos de ensayo .....	75
CAPÍTULO V .....		78

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
5.1 Conclusiones.....	78
5.2 Recomendaciones .....	79
ANEXOS .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación SAE de vehículos híbridos y eléctricos .....	21
Tabla 2.2 Diferencia entre Motor CC y Motor AC .....	24
Tabla 2.3 Características de los tipos de baterías .....	28
Tabla 2.4 Tipos de peligros en vehículos híbridos y eléctricos .....	32
Tabla 2.5 Normativas de Herramientas y capacidad de resistencia .....	33
Tabla 2.6 Normativas de EPP y capacidad de resistencia .....	35
Tabla 2.7 Normativa internacional en sistemas de alta tensión.....	37
Tabla 2.8 Normativa internacional de seguridad en vehículos eléctrica .....	38
Tabla 2.9 Normativa Ecuatoriana de seguridad en el vehículo .....	39
Tabla 2.10 Normativas Americanas de Herramientas y EPP .....	40
Tabla 2.11 Normativas Europeas de Herramientas y EPP .....	41
Tabla 3.1 Elementos de una normativa .....	44
Tabla 4.1 Pruebas de diagnóstico de la batería de alta tensión.....	58
Tabla 4.2 Modelo de vehículos más comercializados en el Ecuador .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Batería de alta tensión .....	22
Figura 2.2 Componentes del motor eléctrico.....	23
Figura 2.3 Conjunto inversor.....	25
Figura 2.4 Sistema de gestión de batería BMS.....	26
Figura 2.5 Batería de alta tensión .....	27
Figura 2.6 Estructura del sistema de alta tensión del KIA SOUL EV.....	29
Figura 2.7 Interruptor o Jumper de seguridad .....	30
Figura 2.8 Componentes del Conjunto de relé de potencia (PRA) .....	31
Figura 2.9 Relé principal positivo y negativo.....	31
Figura 3.1 Flujograma del proceso metodológico aplicado .....	43
Figura 4.1 Escenarios en la manipulación del sistema de alta tensión .....	53
Figura 4.2 Protocolo de seguridad en el taller .....	54
Figura 4.3 Procedimiento para desconectar el Jumper .....	56
Figura 4.4 Desmontaje de la carcasa de la Batería de Alta Tensión .....	56
Figura 4.5 Proceso de reconexión de la batería de alta tensión.....	57
Figura 4.6 Protocolo de seguridad en carretera .....	61
Figura 4.7 Logo comercial de vehículos híbridos y eléctricos .....	62
Figura 4.8 Perímetro de seguridad de vehículos eléctricos .....	63
Figura 4.9 Proceso de desconexión de la batería de 12V, Toyota Corolla HEV 2021..	63
Figura 4.10 Procedimiento de desconexión de la llave del Toyota Highlander 2006...	64
Figura 4.11 Ubicación de la batería de alta tensión.....	65
Figura 4.12 Información de remolque para un HEV y EV.....	66
Figura 4.13 Ventas de vehículos híbridos y eléctricos en al año 2023.....	66
Figura 4.14 Ventas de vehículos electrificados por marca.....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Ficha técnica de guantes dieléctricos .....	87
ANEXO II. Ficha técnica del juego de destornilladores dieléctricos.....	90
ANEXO III. Ficha técnica del juego de herramientas manuales dieléctricos .....	92
ANEXO IV. Ficha técnica de alfombra aislante .....	93
ANEXO V. Propuesta de Norma técnica Ecuatoriana .....	94

## RESUMEN

En la actualidad, el desarrollo de la industria automovilística en relación con los vehículos electrificados ha sufrido cambios importantes. Sin embargo, el Ecuador carece de normativas que regulen la seguridad en el mantenimiento en los componentes de alta tensión de estos vehículos. El objetivo del proyecto de investigación titulado “Desarrollo de una normativa de seguridad para la manipulación, mantenimiento y rescate de vehículos híbridos y eléctricos” fue adoptar una propuesta de normativa para la manipulación de estos sistemas dentro de un taller basado en un protocolo de seguridad adecuado. Con esta finalidad se planteó una metodología cualitativa enfocada en normativas internacionales en donde se especifican los requisitos de seguridad divididos en partes cada uno con sus requerimientos. Los resultados obtenidos muestran que debido al aumento de estos automotores en el país con marcas como SUZUKI, TOYOTA, KIA, NISSAN, CHERRY, MAZDA, etc. Es necesario la adopción de una normativa de seguridad en donde se especifican los Equipos de Protección Personal además de las herramientas manuales aisladas, que se deben utilizar cuando se trabajan con voltajes superiores a 30 AC y menor a 1,000 AC o voltajes superiores 60 DC y menores a 1,500 DC. Cada uno de estos equipos se encuentran regulados por su respectiva normativa. Por lo tanto, presentar un protocolo de seguridad basado en las hojas de rescate de vehículos híbridos y eléctricos es de suma importancia para de esta forma ponerlo en ejecución dentro de un taller. Dicha propuesta está basada en la normativa internacional ISO 6469 que ha sido adoptada y redactada en 5 capítulos relacionados a la seguridad en el trabajo con el sistema de alta tensión de los vehículos electrificados.

**Palabras clave:** Vehículos eléctricos, protocolo de seguridad, propuesta de normativa, sistema de alta tensión, requisitos mínimos.

## ABSTRACT

Today, the development of the automotive industry about electrified vehicles has undergone significant changes. However, In Ecuador it does not exist regulations on safety in the maintenance of high-voltage components of these vehicles. The objective of this research project entitled "Development of a safety regulation for the handling, maintenance, and rescue of hybrid and electric vehicles" was to adopt a proposal for a regulation for the handling of these systems within a workshop based on an adequate safety protocol with this purpose, for this, a qualitative methodology focused on international regulations where the safety requirements are specified in parts, each one with its requirements. the country with brands such as SUZUKI, TOYOTA, KIA, NISSAN, CHERRY, MAZDA, etc. It is necessary to adopt safety regulations that specify Personal Protective Equipment in addition to insulated hand tools, which must be used when working with voltages greater than 30 AC and less than 1,000 AC or voltages greater than 60 DC and less. to 1,500 AD. Each of these teams is regulated by its respective regulations. Therefore, presenting a safety protocol based on the rescue sheets for hybrid and electric vehicles is of utmost importance to implement it within a workshop. This proposal is based on the international standard ISO 6469, which has been adopted and written in 5 chapters related to safety at work with the high voltage system of electrified vehicles.

**Keywords:** Electric vehicles, safety protocol, proposed regulations, high-voltage system, minimum requirements.

## **INTRODUCCIÓN**

El incremento de vehículos híbridos y eléctricos en Ecuador es cada vez más notable. Según datos de la AEADE, en el primer trimestre del 2023 se registra un incremento del 55% en ventas de vehículos híbridos y eléctricos. Debido a esto, el crecimiento de establecimientos dedicados al mantenimiento de estos vehículos es inevitable.

Actualmente en el país no existe una normativa que regule las actividades de manipulación de vehículos híbridos y eléctricos, específicamente del sistema de alta tensión. Para realizar estas actividades existen normas internacionales como la OHSAS (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional) e ISO (Organización Internacional de Normalización). Estos organismos establecen los criterios de manipulación del sistema de alta tensión relacionados con el equipo de protección personal y herramientas adecuadas para esta actividad.

Para poder regular esta labor es necesario establecer una normativa a nivel nacional que se ajuste a la realidad nacional. La misma debe establecer los requisitos de seguridad para la manipulación y rescate de un vehículo híbrido o eléctrico y a su vez regular el cumplimiento de las medidas de seguridad en los talleres dedicados a esta actividad.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Los vehículos híbridos y eléctricos son utilizados principalmente por las facilidades que presentan tanto para la conducción, como para su mantenimiento. Para esta tecnología es necesario considerar que se trata de vehículos que requieren baterías de alta tensión para su funcionamiento, por cuanto, el trabajo de mantenimiento se torna peligroso cuando no se cuenta con las herramientas y el equipo de protección adecuado (Uyaguari, 2020).

Existen principios de seguridad para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos. En el caso específico del sistema de alta tensión, se maneja una tensión que rodea los 500V y 100 a 200 amperios. Para evitar accidentes por parte del operario cuando está en contacto con la corriente, es necesario un Equipo de Protección Personal (EPP) para manipular este sistema. Entre estos se encuentran: los guantes, casco, calzado, herramientas dieléctricas, los cuales son indispensables para su manipulación, que, según las normativas, el equipo debe presentar una resistencia a 500V (Gordillo & Castro, 2021)

Una empresa dedicada al mantenimiento de vehículos híbridos eléctricos debe contar con los requisitos de seguridad para evitar situaciones de peligro. Actualmente, algunos países se rigen por las normativas Internacionales OHSAS (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional e ISO (Organización Internacional de Normalización).

En el caso de las normativas OHSAS 18001 y 9001, están desarrolladas para garantizar el bienestar social y ambiental. Por otra parte, la normativa ISO 2016:2013 se encarga de los requisitos de las herramientas y equipo de protección personal.

En Ecuador, existen pocos establecimientos que ofrecen servicios de mantenimiento a vehículos híbridos y eléctricos, ya que, un taller debe contar las directrices descritas en las normativas referentes a seguridad para brindar este servicio. Actualmente, en el país se encuentra vigente la normativa (INEN-ISO 6469-4, 2018) referente a la seguridad en vehículos impulsados eléctricamente (ISO, 2015).

## **1.2 Situación Actual**

El parque automotriz híbrido y eléctrico en el Ecuador ha alcanzado su mayor auge en los últimos años. Así lo menciona la revista de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), que enfatiza sobre las ventas de estos vehículos. Así, en 2017 se comercializaron 3390 vehículos híbridos, además de 462 vehículos eléctricos. En el año 2022 se han comercializado un total de 4052 automotores híbridos y 175 automotores eléctricos. Siendo Toyota una de las marcas con mayor presencia en el país con un 44.4% de las ventas totales (AEADE, 2021). Además, existen grandes inconvenientes que impiden la implementación de estos automotores híbridos y eléctricos. Para empezar, el Ecuador carece de normativas específicas en cuanto a la manipulación y mantenimiento de estos vehículos. Además, la complejidad de la infraestructura de estaciones de recarga, su elevado costo de adquisición son factores que dificultan su comercialización según Sanz, (2015). Además, existe una escasez de técnicos especializados en el manejo adecuado del sistema de alta tensión para estos vehículos.

## **1.3 Prospectiva**

La presente investigación pretende analizar los aspectos más importantes que se encuentran en la normativa internacional. Además, establecer guías necesarias para la manipulación de los vehículos híbridos y eléctricos. Y finalmente, presentar una propuesta de normativa que contenga temas de seguridad, salud y equipos de protección personal.

## **1.4 Planteamiento del Problema**

La problemática más importante de estos vehículos híbridos y eléctricos es la seguridad en su mantenimiento, debido a que estos automotores cuentan con un sistema de alta tensión. En este sentido, la inexistencia de normativas que regulen la seguridad de los técnicos especializados en el país es poca o nula. En muchos de los casos el desconocimiento del funcionamiento de los motores, baterías de alta tensión además de la carencia de protocolos de seguridad son agentes generadores de accidentes.

Por consiguiente, surge la necesidad de adoptar la normativa internacional contemplada por la ISO, en cuanto a la seguridad y salud del técnico especializado. Parte de esta normativa tiene como finalidad regular los requerimientos mínimos para la utilización de los equipos de protección personal (EPP) y herramientas.

### **1.5 Alcance**

Se analizarán los aspectos más importantes de las normativas internacionales. Además, se estudiará el sistema de baterías para conocer los niveles de tensión que se maneja. Todo esto, para definir un protocolo de seguridad para el mantenimiento y manipulación de vehículos híbridos y eléctricos.

Luego del respectivo análisis, se presentará una propuesta de normativa referente a la seguridad en la manipulación y mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos. Así mismo, se detallarán las características de las herramientas y el equipo de protección personal adecuados para este trabajo.

### **1.6 Justificación**

A través de las normativas avaladas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) se busca la adopción de la normativa internacional a la realidad nacional del Ecuador. Para el proceso de adopción se establecen temas en cuanto a salud ocupacional y el manejo adecuado de EPP.

La seguridad activa en los vehículos híbridos y eléctricos es compleja, pero a su vez primordial para su mantenimiento. Por ello, la adopción de la normativa internacional contribuye a la implementación de nuevos protocolos de seguridad, capacitación de técnicos especializados y el mejoramiento de la infraestructura.

Este estudio pretende implementar una norma técnica que contribuirá a: “Fortalecer la seguridad de los sistemas de transporte terrestre y aéreo, promoviendo ambientes seguros”, mencionado en el objetivo 9; política 9.2 del plan de creación de oportunidades 2021- 2025. En donde, se exponen los procesos a seguir para manipular vehículos híbridos y eléctricos con las herramientas adecuadas, de igual modo, se fomenta la seguridad para las personas que manipulan el automóvil (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

## **1.7 Contexto**

En el año 2016, en la Escuela Politécnica del Ejército de Latacunga, se diseñó un protocolo de seguridad para el mantenimiento del sistema de baterías de vehículos híbridos. Y, como resultado, se obtuvo una norma de seguridad para operar el sistema de alta tensión, y adicionalmente, se diseñó una metodología para solucionar códigos de falla de dicho sistema (Jeklin, 2016).

En el año 2021, la universidad ECCI (Escuela Colombiana de Carreras Industriales) propuso un modelo de gestión para evaluar riesgos al manipular vehículos híbridos y eléctricos, en donde, se creó un manual de prácticas para realizar el mantenimiento según la norma NFPA70E (Gordillo & Castro, 2021).

## **1.8 Objetivo General**

Desarrollar una propuesta de normativa para la manipulación del sistema de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos en base a un protocolo de seguridad para el mantenimiento y manipulación.

## **1.9 Objetivo Específicos**

Análisis del estado de arte referente a criterios mínimos de funcionamiento del sistema de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos.

Definir el equipamiento necesario de seguridad para la manipulación y diagnóstico del sistema de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos.

Elaborar un protocolo de seguridad para el rescate y manipulación basado en una metodología general.

Realizar una propuesta de normativa técnica para la manipulación de sistemas de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos basado en normativas internacionales.

## CAPÍTULO II

### 2. GENERALIDADES DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

#### 2.1 Fundamentos

En primer lugar, es importante tener claro que se conoce como vehículo híbrido y eléctrico al sistema que funciona gracias al trabajo en conjunto de baterías, motor de combustión interna y motor eléctrico, tal y como lo menciona González, (2019). Cada uno de estos componentes cumplen funciones específicas en determinadas situaciones, obteniendo como resultado un vehículo de mayor rendimiento en comparación con un vehículo convencional.

El motor de combustión interna es el componente encargado de proporcionar la energía interna, este empieza su funcionamiento en el instante que el vehículo sobrepasa los 60 km/h. Por otro lado, el motor eléctrico es el componente que impulsa inicialmente al automotor hasta llegar a una velocidad constante, este actúa como generador de las baterías ya que recibe más de la energía que requiere (Verma et al., 2021).

#### 2.2 Características Principales

La característica principal de un vehículo híbrido o eléctrico es: el motor eléctrico y la batería de alta tensión ( Mujahed, 2021). Debido a su propulsión eléctrica, es necesario una batería de alta tensión para que el vehículo entre en funcionamiento. Este motor funciona como un generador para propulsar las ruedas motrices siempre y cuando la batería esté cargada. Adicionalmente, algunos modelos de vehículos híbridos cuentan con un freno regenerativo para transformar la energía cinética en energía.

#### 2.3 Arquitectura y clasificación SAE de vehículos híbridos y eléctricos

La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) es el organismo responsable de desarrollar normas relacionadas a la industria automotriz, como la clasificación de vehículos híbridos y eléctricos, así como la norma SAE J1715\_202105 donde se presentan las definiciones y terminologías de vehículos híbridos y eléctricos. En la Tabla 2.1 se indican las características de los vehículos híbridos y eléctricos.

**Tabla 2.1** Clasificación SAE de vehículos híbridos y eléctricos

<b>Clase de vehículos</b>	<b>Características</b>	<b>Voltaje de operación</b>
Microhíbridos ICE	Cuenta con un sistema Start-stop y Sustituye el motor de arranque por un motor eléctrico (León et al., 2021).	Batería de Li de 12V O 24V DC.
Híbridos medio HEV	Impulsado por un motor de combustión interna, además de un motor eléctrico.	Batería de Li de 48V DC.
Híbrido completo HEV	trabaja en conjunto tanto motor eléctrico como motor de combustión interna. (Mujahed, 2021)	Batería de NiMH de 200 V DC
Híbridos enchufables PHEV	Utilizan corriente eléctrica por unos kilómetros para luego dar paso al motor de combustión interna (Duarte Rodríguez, 2018).	Batería de NiMH de 244 V DC
Eléctricos de rango extendido E-REV	Posee un paquete de batería más grande que facilita la recarga por medio del frenado regenerativo (Ghorbani et al., 2020).	Batería de Li de 350 V DC
Eléctricos EV	Funcionan gracias a una batería o una pila de combustible. (Mujahed, 2021)	Batería de Li de 522.7 V DC

Fuente: Elaboración Propia

## **2.4 Componentes del vehículo Híbrido y Eléctrico**

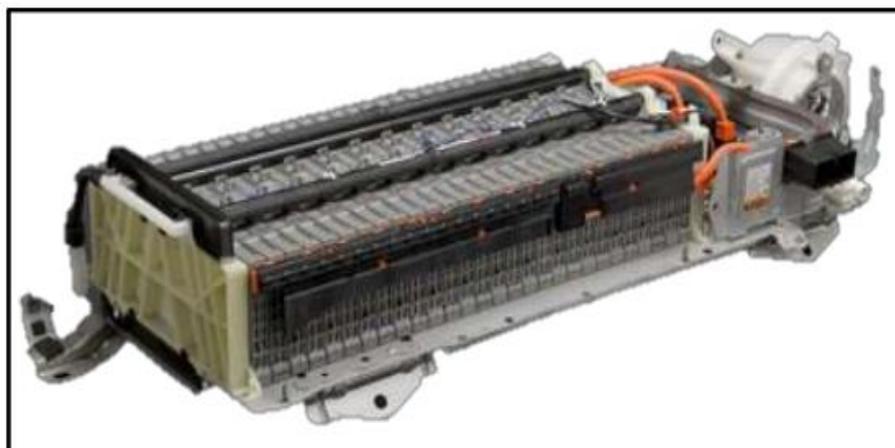
Los vehículos híbridos y eléctricos cuentan con varios componentes que lo hacen diferentes de los motores convencionales. A continuación, se mencionan los componentes más importantes.

### **2.4.1 Motor de combustión interna**

El motor de combustión interna es uno de los componentes más importantes de los vehículos híbridos. Su funcionamiento consiste en convertir la energía calorífica de la combustión en trabajo (Meneses, 2018). Su trabajo inicia cuando el motor eléctrico no entrega la potencia necesaria.

### **2.4.2 Batería de alta tensión**

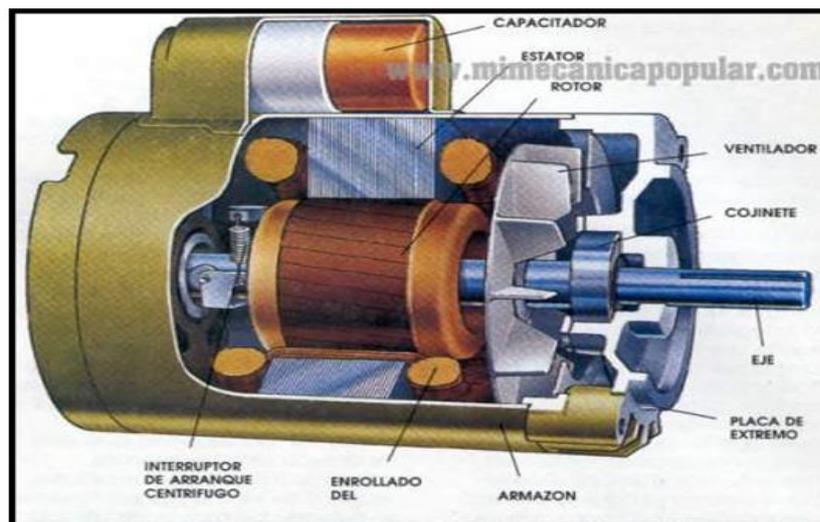
La batería de alta tensión es la fuente de energía de los vehículos híbridos y eléctricos. Estas presentan ciertas ventajas en comparación con la batería de un vehículo convencional. Por ejemplo, tienen una mayor capacidad de almacenamiento, además su vida útil es más prolongada y pueden soportar sobrecargas (Terán, 2018). En la Figura 2.1 se muestra la batería de alta tensión descubierta.



**Figura 2.1** Batería de alta tensión  
Fuente:(Terán, 2018)

### 2.4.3 Motor eléctrico

El motor eléctrico es el encargado de proporcionar la potencia necesaria para impulsar el vehículo. Se activa mediante la unidad de control y a partir de allí funciona de manera autónoma. Su principal función es convertir la energía eléctrica en energía mecánica para recargar la batería. Según Meneses, (2018), este motor funciona a 500V y puede proporcionar 50kW entre 1,200 y 1,540 rpm. En la Figura 2.2 se muestran los componentes de un motor eléctrico.



**Figura 2.2** Componentes del motor eléctrico  
Fuente:(Bermeo, 2009)

### 2.4.4 Motor de corriente continua

El motor de corriente continua transforma la energía eléctrica en energía mecánica mediante rotación. Este motor se utiliza ya que es necesario regular continuamente el par y la velocidad de giro (Bermeo, 2009). Los motores de corriente continua se clasifican según su conexión ya sean de excitación independiente, en serie o de imanes permanentes.

### 2.4.5 Motor de corriente alterna

El motor de corriente alterna posee una alta eficiencia en la transmisión de energía eléctrica de alta tensión. Utilizado para proporcionar una gran cantidad de potencia durante largos períodos de tiempo ya que estos no necesitan de la excitación en el rotor.

Según (Choca & Coello, 2022) los tipos de motores de corriente alterna se encuentran clasificados en asíncronos y síncronos. En la Tabla 2.2 se muestra la diferencia entre los diferentes tipos de motores.

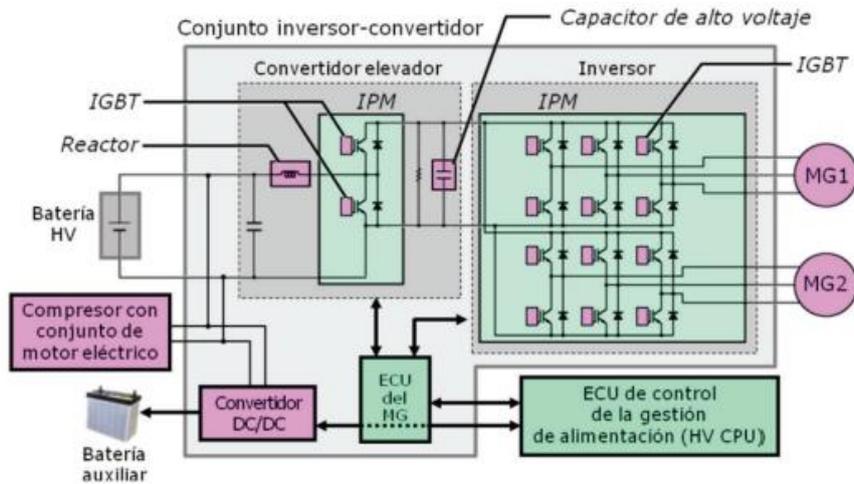
**Tabla 2.2** Diferencia entre Motor CC y Motor AC

<b>Diferencia entre Motores CC y AC</b>	
<b>Motor Corriente Continua</b>	<b>Motor Corriente Alterna</b>
Alta relación peso/ potencia	Baja relación peso/potencia
Diseñado para multi- velocidad	Diseñado para velocidad única
Mediano costo	Bajo costo
Eficiencia de carga de 85-95%	Eficiencia de carga de 95%

Fuente: (Rosero & Lopez, 2018)

#### **2.4.6 Sistema inversor**

El sistema inversor está incorporado por elementos eléctricos y electrónicos controlados por la ECU híbrida. El inversor convierte la corriente continua en alterna o viceversa para alimentar al motor generador de la transmisión. El sistema inversor se compone de un elevador de tensión, reactor, Módulo de Alimentación Integrado (IPM), condensadores, jumper de seguridad, sistema de enfriamiento y una unidad de control electrónica híbrida (Meneses, 2018). En la Figura 2.3 se muestran los componentes que conforman el sistema inversor.



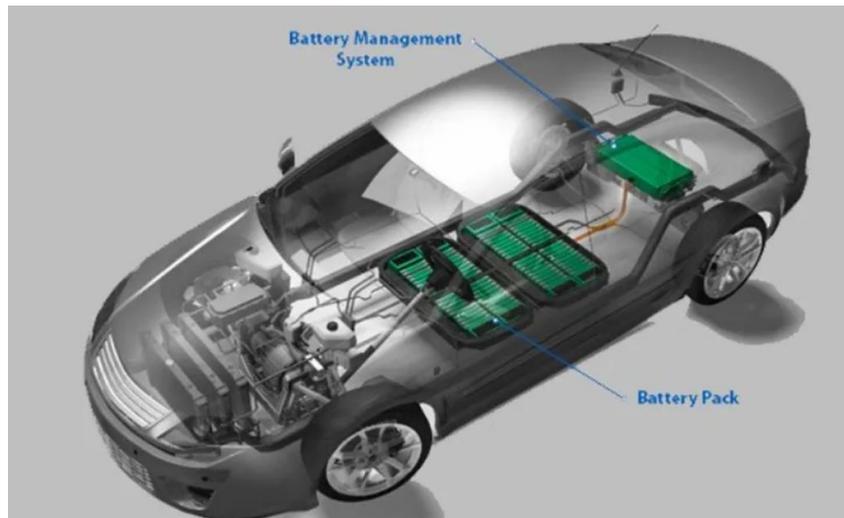
**Figura 2.3** Conjunto inversor  
Fuente: (Rodríguez, 2020)

## 2.5 Control y gestión energética

El control y gestión energética maneja el flujo de energía que circula desde la fuente hacia los componentes del vehículo. De esta forma, se maximiza la eficiencia y el rango de conducción del automotor. Verma et al., (2021) mencionan que la batería es el elemento esencial en todo vehículo, para obtener un control energético adecuado se ha implementado el sistema de gestión de energía (EMS) y el sistema de gestión de baterías (BMS) los cuales tienen la finalidad de gestionar y distribuir la energía de manera óptima hacia los componentes del tren motriz.

### 2.5.1 Sistema de gestión de baterías

El sistema de gestión de baterías (BMS) administra el funcionamiento de la batería para garantizar un mayor rendimiento. El sistema BMS se encarga de la toma de datos, determinación del estado de la batería, control de la carga y descarga, gestión térmica y de seguridad y finalmente la comunicación con la interfaz del usuario. (Castillo & Rodríguez, 2019). En la Figura 2.4 se muestra la ubicación del sistema de gestión de baterías.



**Figura 2.4** Sistema de gestión de batería BMS  
Fuente: (Huerta, 2014)

### **2.5.2 Sistema de gestión de energía**

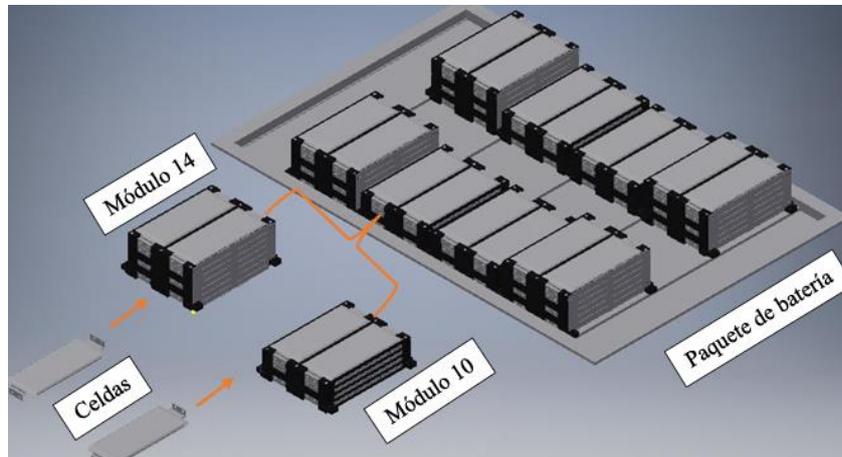
El sistema de gestión de energía (EMS) mejora la estabilidad térmica y la vida útil de la batería. Su objetivo consiste en disminuir el consumo de combustible y optimizar el rendimiento en el ciclo de conducción (Verma et al., 2021). Sus funciones consisten en recargar la batería en bajadas, aumentar la eficiencia de los compresores y la bomba de dirección (García, 2021).

### **2.5.3 Baterías de vehículos híbridos y eléctricos**

La batería en los vehículos eléctricos es el componente que define su autonomía (Sánchez, 2021). Por lo tanto, este debe cumplir con exigencias como la velocidad de carga, la vida útil, la cual es medida en ciclos de carga y descarga. Adicionalmente, esta batería maneja voltajes dependiendo del material de fabricación y el tipo de vehículo. De esta manera, los valores varían entre 120V a 400V (Sánchez & Vasquez, 2022).

Las baterías están compuestas por módulos y cada módulo entrega una tensión diferente, el número de celdas y voltajes varían según la marca y fabricante del vehículo. Estas celdas son diseñadas para operar con una determinada cantidad de corriente a cierta temperatura. Por lo tanto, si por alguna razón una de ellas no se carga simétricamente se realiza un control para que puedan operar dentro de sus límites de voltaje, intensidad y temperatura. De esta manera, existen 3 modelos de conexión de las baterías: conexión en

serie, paralelo y serie-paralelo (Ullán, 2020). A continuación, se presentan los tipos de baterías utilizadas en vehículos híbridos y eléctricos.



**Figura 2.5** Batería de alta tensión  
Fuente: (Alvarado & Chanatasig, 2019)

La batería de polímero de litio (LiPo) es la más utilizada en los vehículos eléctricos debido a sus propiedades. Por ejemplo, poseen una alta densidad lo que les permite almacenar grandes cantidades de energía, además tiene una tasa de descarga rápida. Por otro lado, está compuesto de electrolito y al estar en estado sólido no produce fugas en caso de accidentes, lo cual es un requisito importante de seguridad (Verma et al., 2021).

Las baterías de iones de litio (Li-ion) cuentan con mejores características en comparación con las demás baterías (Barreda, 2019). Su densidad energética es de 250Wh/Kg y su eficiencia energética oscila entre el 90 y el 100%.

Por otro lado, el uso de la batería de níquel cadmio (NiCd) es limitada en vehículos eléctricos. Presenta desventajas como, menor densidad, efecto memoria y mayor peso, afectando directamente el rendimiento y autonomía del vehículo. Por otra parte, al estar fabricados con componentes pesados y tóxicos como el cadmio, la Unión Europea ha establecido restricciones legales a estas baterías (Kurzweil, 2017). Los valores nominales de voltaje de carga oscilan de 1.4V a 1.5V, una tensión final de carga aproximadamente de 1.7V y una capacidad máxima de 50Ah.

La batería Níquel metal hidruro (NIHM) se considera como la evolución de la batería de níquel cadmio. Esta batería no posee cadmio el cual es un metal pesado y tóxico. Una de las ventajas de este tipo de batería es que soportan altas temperaturas, y no contaminan el medio ambiente ( Sánchez, 2021).. Esta batería trabaja con valores nominales de 1.2V por celda, una capacidad específica de 6.5 Ah y una energía eléctrica almacenada de 1.31 KWh, además, su autonomía es de aproximadamente 150km por carga (Medardo, 2018). En la Tabla 2.3 se muestran las diferentes características de cada tipo de baterías que se menciona en el apartado anterior.

**Tabla 2.3** Características de los tipos de baterías

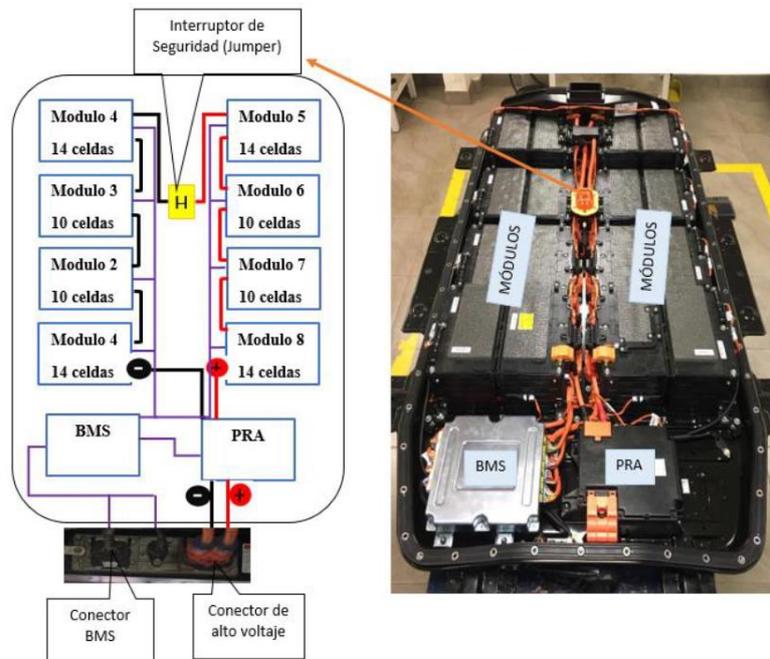
<b>Parámetros</b>	<b>Característica de los tipos de Batería</b>			
	<b>Polímero de Litio</b>	<b>Iones de Litio</b>	<b>Níquel Cadmio</b>	<b>Níquel metal hidruro</b>
Energía específica (Wh/kg)	130-200	90-120	40-50	60-70
Densidad de energía (Wh/kg)	300	250	70-90	150
Potencia específica (W/kg)	245 -430	300	250	200
Tensión nominal aproximada de batería (V)	350 V DC	207.2 V DC	250 VDC	150 – 269 V DC
Rendimiento (%)	90	90	75	70
Autodescarga	5% al mes	baja, 10% al mes	0.5% al día	5% al día
Número de ciclos	<1100	>1000	1200 al 80%	1000 al 80%
Tiempo de recarga	4h	2-3h	1h	1h
Temperatura de funcionamiento (°C)	20-40	Ambiente	40	Ambiente

Fuente: (Martínez, 2017)

#### **2.5.4 Sistema de alta tensión**

El sistema de alta tensión está compuesto por varios elementos tales como, el reactor, Módulo de Alimentación Integrado (IPM), transistor bipolar de compuerta aislada

(IGBT). En este sistema también se encuentra el convertidor, el cual mediante el trabajo en conjunto procede a elevar la tensión hasta 500V Corriente Continua. El accionamiento del convertidor permite disminuir la tensión para recargar la batería y gestionar la salida de la tensión que llega a la ECU (Meneses, 2018 & Barros, 2015). En la Figura 2.2 se muestra la estructura del sistema de alta tensión del vehículo KIA SOUL EV.



**Figura 2.6** Estructura del sistema de alta tensión del KIA SOUL EV  
Fuente: (Alvarado & Chanatasig, 2019)

### 2.5.5 Circuito de interbloqueo del sistema de alta tensión

El circuito de interbloqueo de un vehículo híbrido y eléctrico está conformado por la batería, el inversor, convertidores y cargadores. Este sistema detecta el estado de dichos componentes para garantizar una correcta secuencia de arranque. Este circuito debe contar con un interruptor para bloquear los componentes de alta tensión y así evitar accidentes (Olona, 2020).

El interbloqueo de alto voltaje básicamente es un método de seguridad para los vehículos eléctricos. Su funcionamiento consiste en proteger contra el acceso involuntario a un componente de alta tensión (Matti, 2017). En el caso de encendido normal, el voltaje de salida del circuito de interbloqueo es generalmente  $\geq 5V$  y  $\leq 9V$ . Sí existe un problema

de interbloqueo de alto voltaje, verifique el voltaje de los dos pines de entrada y salida del BMS o mida la resistencia del bucle directamente. En teoría, el valor de la resistencia del bucle es  $0 \Omega$  y puede considerarse  $0 \Omega$  si es inferior a  $5 \Omega$ .

- Jumper de seguridad

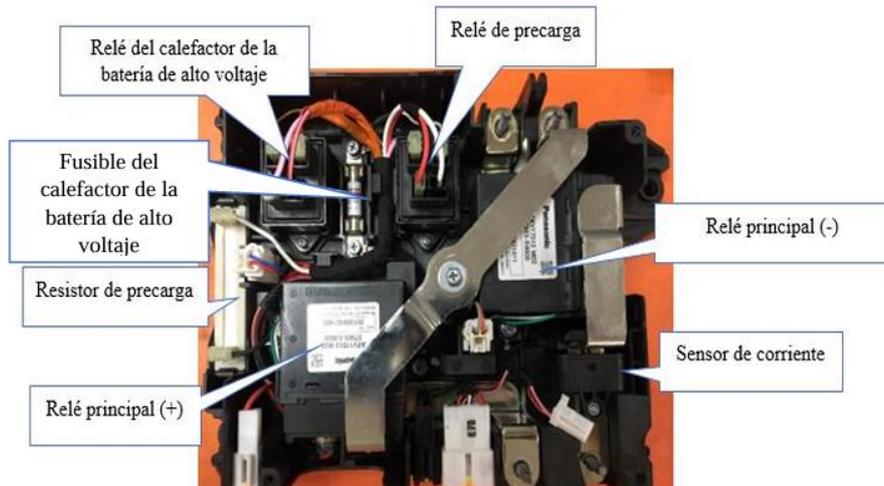
El Jumper es un componente de seguridad en los vehículos híbridos y eléctricos, su desactivación permite aislar la energía que circula por el sistema de alta tensión y la batería. En este proceso, se desconectan los módulos de la batería para precautelar accidentes del técnico durante las tareas de mantenimiento (Gómez et al., 2014). En la Figura 2.3 se reconoce al jumper conectado y desconectado.



**Figura 2.7** Interruptor o Jumper de seguridad  
Fuente: (Alvarado & Chanatasig, 2019)

- Power Relay Assembly (PRA)

El conjunto de relé de potencia (PRA) controla la carga o descarga de la batería de alto voltaje y el inversor, suministrando o bloqueando energía con ayuda de la ECU. El PRA diagnostica el rendimiento de la batería monitoreando la corriente y la temperatura. Según Alvarado & Chanatasig, (2019) este conjunto está compuesto principalmente con un relé principal positivo y negativo, relé de precarga, sensor de corriente, relé y fusible del calefactor. En la Figura 2.5 se muestran los componentes del PRA.



**Figura 2.8** Componentes del Conjunto de relé de potencia (PRA)  
**Fuente:**(Alvarado & Chanatasig, 2019)

- Relé Principal

En el PRA, el relé de alto voltaje se denomina relé principal. Este relé está especialmente controlado por el sistema BMS a través de la señal emitida desde el interruptor. Tienen dos grandes relés, uno positivo y otro negativo, que activan el circuito de alto voltaje. Para esto es necesario que ambos relés estén activados (Maurad & Armijos, 2018). A continuación, en la Figura 2.6 se muestran los relés positivo y negativo.



**Figura 2.9** Relé principal positivo y negativo  
**Fuente:** (Hyundai, 2020)

## 2.6 Seguridad en vehículos híbridos y eléctricos

Para la seguridad en vehículos híbridos y eléctricos, es importante conocer el rango de funcionamiento del sistema de alta tensión. Un sistema de alto voltaje se define a partir de los 50 voltios tanto en corriente continua como en corriente alterna (Huetter, 2020). Estos automotores funcionan necesariamente con alto voltaje, y el contacto directo con piezas activas que bordean los 70-90 voltios puede ser fatal para una persona que realiza el mantenimiento. En la Tabla 2.4 se mencionan los tipos de peligros que ocurren en vehículos híbridos y eléctricos.

**Tabla 2.4** Tipos de peligros en vehículos híbridos y eléctricos

<b>Peligros</b>	<b>Aspectos</b>
Sistema de tracción	Eléctrico y mecánico
Batería	Eléctrico, mecánico y químico
Cableado	Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

### 2.6.1 Herramientas para el mantenimiento de vehículos eléctricos

Las herramientas de seguridad que se utilizan para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos son aquellas que permiten manipular estos vehículos de manera segura. Las herramientas utilizadas incluyen un bastón de rescate, la manta dieléctrica y el juego de herramientas que cuenta con juego de dados, rachas y alicates. Estas herramientas son manuales y cuentan con un recubrimiento aislante en el mango con el fin de evitar el contacto directo con la corriente eléctrica. Por esta razón, estas herramientas están diseñadas para trabajar con 1000V.

Además, es fundamental mencionar que el ser humano es capaz de soportar 6 mA. Por lo cual se han desarrollado normativas a nivel regional e internacional para regular el uso y fabricación de estas herramientas. A continuación, en la Tabla 2.5 se muestran las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento y rescate de un vehículo híbrido y eléctrico. En donde se especifican cada una de sus características, valores nominales de operación y la norma de fabricación.

**Tabla 2.5** Normativas de Herramientas y capacidad de resistencia

Herramientas	Características	Rango de Operación	Norma
<p>Bastón de Rescate</p> 	<p>Fabricado en fibra de vidrio y poliéster de alta resistencia. Está equipado con un guardamano de goma. Puede extender su longitud de 1.8 a 2.4 m (Salisbury, 2013).</p>	<p>45,000V</p>	<p>Norma española: EN 60832</p>
<p>Manta dieléctrica</p> 	<p>Fabricado en material de caucho reforzado Tipo II, además cuenta con una malla de fibra de vidrio para adaptarse al sitio de trabajo (Yeimi et al., 2022).</p>	<p>1,000V hasta los 36,000V AC</p>	<p>Norma española: EN 61111:2009 o Norma americana ASTM F 2320</p>
<p>Juego de Herramientas</p> 	<p>Estas herramientas están fabricadas en goma y a su vez tienen dos capas de protección contra descargas eléctricas. (Norma Española, 2007).</p>	<p>1,000V en CC y 500V en AC</p>	<p>Norma española: EN 60900 ASTM F2675</p>

Fuente: Elaboración Propia

## **2.6.2 Equipos de Protección Personal**

Los Equipos de Protección Personal protegen al técnico operador de sufrir electrocuciones durante el mantenimiento. El Equipo de Protección básico incluye cascos aislantes, ropa multigrado, guantes y calzado dieléctrico. Estos elementos están fabricados bajo las especificaciones de las normativas vigentes en cada región.

En la Tabla 2.6 se muestra una lista del equipo de protección personal utilizado en el mantenimiento de un vehículo híbrido y eléctrico. Además, se detallan las propiedades de fabricación, los valores de tensión máxima que pueden soportar y la norma por la que han sido desarrollados. Es importante mencionar que todos estos equipos de protección se encuentran divididas según su clase y la tensión que pueden soportar, además se los puede identificar según su color. Por ejemplo, los guantes dieléctricos se encuentran divididas en: clase 00 que puede soportan una tensión de 500V en AC de color beige; clase 0 que puede soportar una tensión de 100V en AC y es de color rojo; clase 1 soporta 7500V en AC y es de color blanco.

**Tabla 2.6** Normativas de EPP y capacidad de resistencia

<b>EPP</b>	<b>Características</b>	<b>Rango de Operación</b>	<b>Norma</b>
<p>Casco dieléctrico Clase (E)</p> 	<p>Posee propiedades dieléctricas, específicamente el casco de clase E, categoría III brinda protección contra impactos (Gordillo &amp; Castro, 2021).</p>	<p>20,000V</p>	<p>EN 50365</p>
<p>Ropa multigrada</p> 	<p>Traje diseñado para resistir la flama, indispensable para trabajos con alta tensión. Protección contra choques y arcos eléctricos. Posee refuerzos tanto en la parte de la rodilla como en la entrepierna (Harter et al., 2020).</p>	<p>Funciona como aislante</p>	<p>EN 60895 y NFPA 70E</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.6** Normativas de EPP y capacidad de resistencia (continuación)

EPP	características	Rango de Operación	Norma	
Guantes Aislantes Clase (00)	Fabricado con material de caucho brindando así una protección dieléctrica más alta, evitando el paso de corriente a través del cuerpo humano.	Según su categoría: Clase 00- 500V (Color beige) Clase 0- 1000V (Color rojo)	EN 60903	
	Zapatos dieléctricos	Consiste en una suela aislada eléctricamente. Este elemento está elaborado con caucho y polímero con el fin de evitar que la corriente eléctrica conecte a tierra. Además, se recomienda un calzado de clase 0 (Carolina & Torres, 2018).	18,000V	EN 5032-1 y ASTM 1117
				

Fuente: Elaboración propia

## 2.7 Normativa y reglamentación de seguridad

Una normativa y reglamentación de seguridad en vehículos híbridos y eléctricos varía según el país y la región de aplicación. Por lo tanto, dichas normativas y reglamentos establecen parámetros en relación con la seguridad en el sistema de alta tensión. En el presente proyecto se ha tomado como referencia principal la normativa ISO 6469. Esta normativa establece los requisitos de seguridad en vehículos híbridos y eléctricos. Por otro lado, existen normativas Internacionales, americanas, europeas y regionales.

Existen organismos encargados de desarrollar normas referentes a vehículos de propulsión eléctrica. Entre las más importantes se encuentran la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) y la Asociación Alemana de Seguridad y Salud en el Trabajo (DGUV). Por otra parte, se encuentran las Notas Técnicas de Prevención (NTP) cuyo cumplimiento es de carácter voluntario. En la Tabla 2.7 se describe de manera detallada las normas desarrolladas por cada organismo mencionado anteriormente. Del mismo modo, se incluye la aplicación de cada una de ellas.

**Tabla 2.7** Normativa internacional en sistemas de alta tensión

<b>Normativa</b>	<b>Aplicación</b>
IEC 60984:2014	Requisitos de guantes para protección de alta tensión.
ISO 20653:2006	Requisitos de protección del operario al contacto con partes peligrosas.
DGUV 8686E	Medidas de protección en trabajos en el sistema de alta tensión.
NTP 222	Especifica los equipos de protección personal para la manipulación de equipos de alta tensión.

Fuente: Elaboración Propia

A nivel Internacional, se han establecido normativas que comprenden la seguridad en vehículos híbridos y eléctricos. Entre las más importantes tenemos las normativas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y el reglamento ECE R100 de la

Organización de las Naciones Unidas (ONU). A continuación, en la Tabla 2.8 se muestran las normativas internacionales y cuál es su ámbito de aplicación.

**Tabla 2.8** Normativa internacional de seguridad en vehículos eléctrica

<b>Normativa Internacional</b>	<b>Aplicación</b>
ISO 6469-2:2009	Seguridad operativa dentro y fuera del vehículo.
ISO 12405-4:2018	Pruebas de fiabilidad en baterías de alta tensión.
ECE R100	Homologación y ensayo de baterías de alta tensión
ECE R136	Seguridad eléctrica en vehículos híbridos y eléctricos,

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, las normativas americanas como, las Normas Federales de Vehículos motorizados (FMVSS) tratan la seguridad en vehículos híbridos y eléctricos. En específico, la norma FMVSS 305 se aplica en caso de un derrame de electrolito de la batería de alta tensión. Del mismo modo, esta norma explica el proceso a seguir después de un siniestro.

En cuanto a las normativas europeas, los organismos encargados de establecer directrices para vehículos eléctricos son la Unión Europea (UE) y las Normas Europeas (EN). Este ha adoptado el reglamento R100 de las naciones unidas, además de establecer la norma EN 62196 que menciona la seguridad en estos vehículos.

A nivel nacional, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) ha adoptado la norma (NTE INEN 146, 2013) donde se especifican los requisitos y métodos de ensayo contra la protección de riesgos eléctricos. A su vez, el Ministerio de Industrias y Productividad adoptó el reglamento (RTE INEN 034 4R, 2010) el cual establece los lineamientos mínimos de seguridad para vehículos automotores. En la Tabla 2.9 se muestran las normativas y reglamentos nacionales establecidos.

**Tabla 2.9** Normativa Ecuatoriana de seguridad en el vehículo

<b>Normativa Ecuatoriana</b>	<b>Aplicación</b>
NTE INEN 146:2013	Requisitos y ensayos para cascos de protección individual.
RTE INEN 034 (4R):2010	Elementos mínimos de seguridad en vehículos.

Fuente: Elaboración Propia

## **2.8 Normativa para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos**

El mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos se realiza con herramientas y equipo de protección personal. Dichas herramientas son fabricadas bajo estándares de seguridad para la protección contra descargas eléctricas. Estos estándares se encuentran descritos en las normativas que tratan sobre vehículos híbridos y eléctricos. Actualmente, varios organismos a nivel internacional y regional han realizado convenios para desarrollar estas normativas.

En el presente subcapítulo se describen las herramientas y equipos de protección utilizados para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos.

### **2.8.1 Normativas Americanas de Herramientas y EPP**

En Estados Unidos el uso de herramientas y equipos de protección personal se encuentra regulado principalmente por dos organismos. En primer lugar, se encuentra la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM). Del mismo modo, se encuentra el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI). Estos organismos se encargan de establecer los estándares de fabricación y calidad referentes a herramientas y Equipos de Protección Personal.

En la Tabla 2.10 se observan las normativas americanas para el uso de las herramientas y equipos de protección personal. Estas normativas se aplican en el mantenimiento y

rescate de un vehículo híbrido y eléctrico. De la misma manera, se detalla cada elemento y sus características más relevantes.

**Tabla 2.10** Normativas Americanas de Herramientas y EPP

<b>Normativas Americanas de Herramientas y EPP.</b>	
<b>Norma</b>	<b>Aplicación</b>
ASTM F711	Especifica la resistencia del bastón de rescate
ASTM F1505-10	Especificaciones de los destornilladores y Alicates.
ASTM D120	Requisitos de los Guantes dieléctricos 00.
ASTM F1506	Especificaciones de seguridad de la vestimenta contra el arco eléctrico
ANSI Z89.1-2014	Propiedades del casco de clase E.
ANSI Z87.1	Dispositivos para protección facial y ocular
ASTM F 1117	Propiedades del calzado dieléctrico

Fuente: Elaboración Propia

### **2.8.2 Normativas Europeas de Herramientas y EPP**

En Europa las normativas referentes al uso de las herramientas y equipos de protección personal también están regulados bajo ciertos organismos. Entre los más importantes se encuentran la Unión Europea de Normalización (UNE), la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y las Normas Europeas (EN). Estos organismos disponen de normativas referentes al uso de las herramientas y equipos de protección personal. Las mismas se aplican en el mantenimiento y rescate de vehículos híbridos y eléctricos.

A continuación, en la Tabla 2.11 se muestran los tipos de herramientas y equipos de protección personal. Además, se indica que norma representa a cada uno de ellos.

**Tabla 2.11** Normativas Europeas de Herramientas y EPP

---

**Normativas Europeas de Herramientas y EPP.**

---

<b>Normativa</b>	<b>Aplicación</b>
EN 60900	Herramientas manuales aisladas, especificaciones de alicates con protección dieléctrica.
EN 60832	Pértigas aislantes y dispositivos adaptables
EN 61111:2009	Especificaciones mantas dieléctricas.
UNE-EN 50365	Casco de clase E
EN 60895	Ropa Multigrada
UNE-EN 60903	Guantes Aislantes
EN 61477	Mantenimiento de herramientas y EPP
UNE-EN 62819	Protección para ojos y cabeza
UNE-EN 50321-1	Calzado dieléctrico

---

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO III

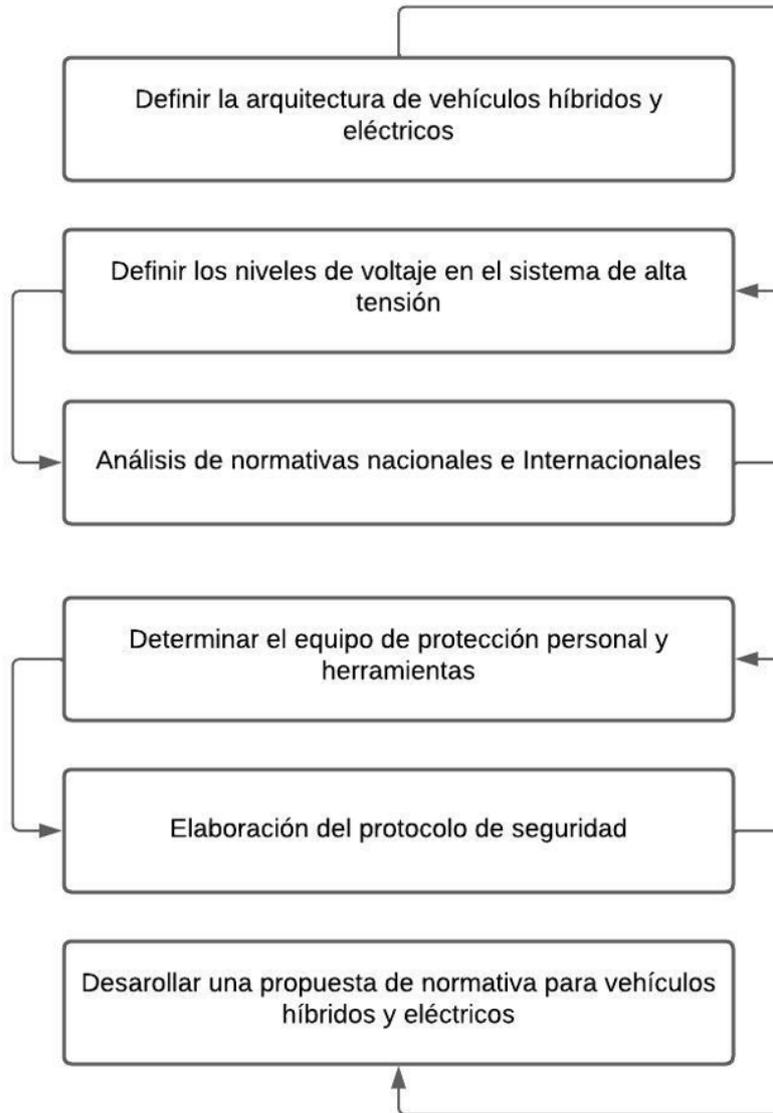
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se presentará la metodología aplicada para el desarrollo de un protocolo de seguridad, el cual abordará temas relacionados con la manipulación y rescate de vehículos híbridos y eléctricos. Para lograr este objetivo se inició con la revisión bibliográfica de libros, artículos científicos y demás herramientas. Esto permitió conocer la composición del sistema de alta tensión, así como su funcionamiento. De igual forma, se logró establecer los requisitos de seguridad que se aplican a estos vehículos ya sea en el mantenimiento o rescate. Del mismo modo, mediante el análisis de las normativas internacionales se pretende elaborar una propuesta de normativa técnica que pueda ser aplicada en los talleres a nivel nacional.

#### 3.1 Proceso metodológico

En este apartado se realizó una investigación de las normativas internacionales relacionadas con la seguridad en vehículos híbridos y eléctricos. Además, en el presente proyecto se ha tomado como referencia principal la norma ISO 6469. Esta normativa contiene cuatro secciones que describen las recomendaciones de seguridad para vehículos híbridos y eléctricos. La primera parte se refiere al sistema de almacenamiento de energía (RESS), la segunda a la seguridad operativa del vehículo, la tercera se refiere a la seguridad eléctrica y la última parte menciona la seguridad eléctrica después de un choque.

La Figura 3.1 muestra el proceso metodológico planteado para este estudio. Para ello se muestran los lineamientos establecidos en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0 2016. En esta normativa se detalla la estructura que debe contener la norma a desarrollar.



**Figura 3.1** Flujograma del proceso metodológico aplicado  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal “Desarrollar una propuesta de normativa para la manipulación del sistema de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos con base a un protocolo de seguridad para el mantenimiento y manipulación”. Para cumplir este objetivo es necesario detallar los procesos que se van a

llevar a cabo, como el uso correcto de los EPP y herramientas. De la misma manera se analizarán las normativas internacionales para adecuarlas a la situación actual del país.

En la Tabla 3.1 se realiza una lista del contenido que debe poseer una normativa. No obstante, un documento normativo puede prescindir de algunos elementos según el tipo de normativa. Teniendo en cuenta esto, para el desarrollo de la propuesta normativa planteada en el presente proyecto, se puede carecer de ciertos elementos.

**Tabla 3.1** Elementos de una normativa

<b>Tipo de elemento</b>	<b>Orden de los elementos</b>
	Portada
Elemento Informativo	Índice
Preliminar	Prólogo
	Introducción
	Título
	Objetivo
	Ámbito de aplicación
	Referencias normativas
	Términos y definiciones
	Simbología y términos
Elemento Normativo	Clasificación
	Requisitos
	Muestreo
	Métodos de ensayo
	Envasado y embalado
	Rótulo
	Anexos
Informativo Complementario	Bibliografía
	Información complementaria

Fuente: Elaboración Propia

### **3.2.1 Elementos informativos preliminares**

Los elementos informativos preliminares dentro de una normativa son básicamente secciones o partes introductorias. Esta sección proporciona información general para comprender el contexto y la razón de la normativa.

- **Portada**

La elaboración de los documentos normativos debe comenzar con la portada elaborada por el INEN.

- **Índice**

Un índice es un elemento que proporciona una secuencia ordenada entre capítulos, subcapítulos y anexos para facilitar la consulta del documento. A estos elementos se les debe enlistar con sus títulos completos. Se debe colocar un índice a partir de 15 páginas.

- **Prólogo**

El prólogo se aplica en caso de adopciones de documentos internacionales, nacionales y regionales. Este elemento carece de requisitos, recomendaciones, figuras o tablas.

- **Introducción**

Este capítulo no tiene requisitos, su implementación es opcional y describe información, principalmente en el campo técnico, además de comentarios sobre el contenido del documento normativo.

Si se adopta una solución alternativa en la documentación, la preferencia debe explicarse en la introducción. No deben enumerarse en este capítulo a menos que se solicite específicamente.

### **3.2.2 Elemento Normativo**

Los elementos normativos de una norma son regulaciones, reglas o disposiciones detalladas. Las cuales deben cumplir aquellas personas u organizaciones que desarrollen normas, ya sean obligaciones, recomendaciones o prohibiciones. Esta sección describe en detalle los principios a seguir al preparar un documento normativo.

- **Título del documento**

El título debe ser lo más claro posible, indicando lo que se necesita para distinguirlo de otros documentos. Los títulos constan de tres elementos distintos, breves y que van de lo general a lo específico.

- Elemento de introducción (opcional), indica el campo general.
- Elemento principal (obligatorio), asunto principal del campo general.
- Elemento complementario (opcional), detalles que lo distinguen de otros documentos.

- **Objeto y campo de aplicación**

Este elemento debe ser breve para ser utilizado como resumen con fines bibliográficos, aparece al inicio del documento, indica la aplicación o limitaciones de algunas secciones, no contiene requisitos. Se utilizan formas de expresión como:

- Especifica (las dimensiones de...; un método de...; las características de...)
- Estables (un sistema para...; principios generales para...)
- Proporciona directrices para...
- Define términos...

- **Referencia normativa**

Este elemento debe brindar una lista de los documentos de referencia los cuales se han citado, estos son muy importantes para la aplicación del documento normativo.

*“Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).”*

En la lista no se debe incluir los documentos de referencia que no estén disponibles públicamente, documentos de referencia que se citan solamente de manera informativa y documentos de referencia que han servido solamente como material bibliográfico.

Cuando el documento normativo a consultar es del INEN se deberá establecer las siglas de identificación del documento (NTE INEN, CPE INEN...), número de asignación, año de la versión referida, cuando sea una referencia con fecha, seguido de una coma y título del documento normativo que debe consultarse.

- **Términos y definiciones**

Este elemento se considera opcional, aquí se establecen definiciones a términos que ayudan a un mejor entendimiento en el documento. Siguiendo las siguientes condiciones.

- Cuando no hace referencia a otras normas, es de la forma “Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:”.

- Cuando se hace referencia a otras normas INEN, es de la forma “Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la(s) que a continuación se detalla(n):”.

- El orden de los vocablos puede ser lógicos o alfabéticos según su conveniencia.

- Todos los vocablos deben estar en singular, existen excepciones y sus definiciones deben tener sentido.

- **Símbolos y términos abreviados**

Este capítulo es opcional donde se muestra una lista de símbolos y términos que ayuda a la comprensión del documento. Si existe la necesidad de enlistar se lo presenta con un orden.

- **Clasificación**

En este capítulo se dividen en partes un conjunto de materiales o productos, para efectos de clasificación, deberá usarse los términos: tipo, clase, grado o variedad.

- Tipo, se usa cuando se relacionan aspectos morfológicos, ingredientes de mezcla o procedimientos de fabricación.
- Clase, se usa cuando la diferencia de relaciones con su naturaleza, empleo o aplicación.
- Grado, se usa cuando la diferencia se relaciona con categoría, estado o condición, valor o importancia.
- Variedad, se usa cuando un mismo producto o variedad tenga un nombre genérico y sus variedades.

- **Requisitos**

En este capítulo se debe mostrar los siguientes requisitos.

- Características relevantes de los procesos o servicios cubiertos en el documento, ya sea de manera explícita o referenciada.
- Valores mínimos de las características cuantificables.
- El método de ensayo de cada requisito para determinar o verificar los valores de las características.

Hay que tener muy en cuenta la diferencia entre los requisitos, declaraciones y recomendaciones.

Los requisitos específicos que establecen límites y tolerancias se deben agrupar en una o varias tablas para indicar los métodos de ensayo y de esta forma determinar los valores de los requisitos específicos.

- **Muestreo**

Este elemento es opcional y aquí se especifican las condiciones y los métodos de muestreo, así como el método para la preservación de la muestra. Suele aparecer al inicio.

- **Métodos de ensayo**

En este capítulo se proporcionan las disposiciones, características de los valores o conformidad de los requisitos y así asegurar los resultados. Los métodos de ensayo se pueden dividir de la siguiente manera.

- Principio (ver 6.2.9.2).
- Reactivos y/o materiales (ver 6.2.9.3).
- Equipos y aparatos (ver 6.2.9.4).
- Preparación, preservación de muestras de ensayos y piezas ensayadas,
- Procedimiento.
- Expresión de resultados, incluyendo métodos de cálculo y precisión del método de ensayo y la incertidumbre de medición.
- Informe de ensayo.

Este elemento se puede presentar como capítulos por separado, como anexos o como partes por separado. Los requisitos, muestreo y métodos de ensayo son elementos interrelacionados con la normalización de productos. Deben cumplir los principios metrológicos respecto a la validación, trazabilidad y estimación de la incertidumbre descritas en NTE INEN ISO/IEC 17025:2005

Un documento normativo que especifique los métodos de ensayo no debe implicar ninguna obligación para llevar a cabo cualquier tipo de ensayo. Si es requerido y referido, se debe establecer únicamente el método por el cual la evaluación debe realizarse (por ejemplo, en el mismo u otro documento, en una regulación, o en contratos).

Cuando una norma de métodos de ensayo describe varios métodos, los subcapítulos referentes a los métodos descritos deben presentarse como numerales independientes.

EJEMPLO 1:

- Objeto y campo de aplicación
- Método para determinar el índice de acidez
- Principio
- Reactivos y/o materiales
- Equipos y aparatos
- Preparación, preservación de la muestra y piezas ensayadas
- Procedimiento
- Cálculos
- Método para determinar el índice de yodo
- Equipos y aparatos
- Preparación y preservación de la muestra
- Procedimiento
- Informe de ensayo

- **Rotulado**

Este capítulo describe la información que todo producto debe llevar impresa sobre sí misma ya sea en su envase o embalaje. Este elemento no tiene ninguna relación con marcas de conformidad que son aplicadas bajo la guía ISO/IEC 23.

Las disposiciones respecto a normas de seguridad y aspectos relacionados con seguridad se proporcionan en GOE INEN-ISO/IEC 51.

### **3.2.3 Elementos informativos complementarios**

En los elementos informativos complementarios se detallan la información adicional los cuales ayudan a la interpretación o aplicación de las disposiciones normativas. Estos elementos facilitan la comprensión además de aclarar y aumentar el contenido.

- **Anexos informativos**

Los anexos informativos sirven para interpretar de mejor manera la información. Para esto, su contenido debe ser claro y ser de utilidad al contenido del documento. Su incorporación es opcional, sin embargo, un anexo permite sustentar la información presentada.

- **Bibliografía**

La información de un documento en su mayoría proviene de fuentes externas. En varios casos es necesario recurrir a información de otros autores que estén relacionados con un tema en específico. En particular, para elaborar una norma se estudian varios documentos que sirven como guía para su desarrollo. Al momento de agregar la bibliografía en un documento se debe iniciar desde la más actual y terminar con el más antiguo.

- **Contraportada**

La contraportada en un documento normativo debe ser incluida al final del documento. La contraportada debe ser dibujada entre el margen izquierdo y derecho, el espesor debe ser de 0.7 mm y su ubicación a 50 mm del margen inferior. En esta sección se incluye la información correspondiente a domicilio, teléfono. Dirección y correos electrónicos.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 Propuesta de Protocolo de Seguridad

En el presente proyecto se propone un protocolo de seguridad para la manipulación del sistema de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos. El protocolo propuesto busca implementar medidas y procedimientos específicos que fortalezcan la seguridad de vehículos eléctricos. Dicho protocolo se planteó con base en las hojas de rescate proporcionadas por los fabricantes. Además, en este apartado se consideró el mantenimiento en un taller y el rescate en un siniestro vial. Del mismo modo, se presenta el proceso y equipamiento para atender cualquiera de los casos.

Antes de iniciar con el mantenimiento y rescate hay que considerar los riesgos de esta actividad. Estos se clasifican en 3 categorías: riesgos eléctricos, químicos y de incendios.

Los riesgos eléctricos son los más evidentes en estos tipos de vehículos debido a que su principal fuente de alta tensión es la batería híbrida. Cuenta con componentes que tienen la capacidad de almacenar alto voltaje incluso con el vehículo apagado. Además de poseer numerosos cables de alta tensión.

Los riesgos químicos están asociados con los componentes de las baterías de alta tensión. Al estar sometidos a altas temperaturas estos componentes pueden emanar residuos tóxicos. Por ejemplo, las baterías de Ion Litio pueden liberar Hexafluorofosfato de litio, el cual es un residuo químico muy peligroso al inhalar o entrar en contacto con la piel.

Y finalmente, los riesgos de incendios están relacionados con la batería de Iones de litio, debido a que estas baterías son las más utilizadas en vehículos híbridos y eléctricos. Cuando una batería de este tipo sufre un cortocircuito, se sobrecalienta y explota violentamente, liberando vapores tóxicos que son muy difíciles de controlar.

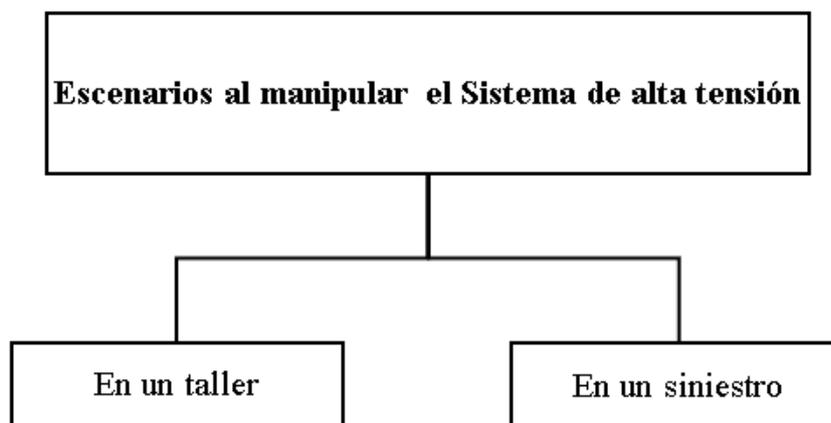
##### 4.1.1 Criterios para la manipulación de HEV y EV

Para realizar el proceso de manipulación del sistema de alta tensión se consideran los criterios de seguridad. Es necesario desarrollar nuevos métodos de diagnóstico,

capacitación de técnicos en temas de conexión y desconexión de los sistemas de alta tensión, implementar nuevos protocolos de seguridad en el taller y promover el uso adecuado de herramientas y EPP.

Los fabricantes han introducido una serie de características comunes en la mayoría de los modelos HEV y EV. Por ejemplo, los cables de alta tensión se pueden identificar por medio de su color y grosor. Por otro lado, existen interruptores o puentes de seguridad que se utilizan para desconectar la batería de cualquier componente eléctrico para que el vehículo pueda ser operado de manera segura.

Los criterios de seguridad para manipular el sistema de alta tensión se incluyen dentro de la propuesta del protocolo. No obstante, para el desarrollo de un protocolo de seguridad se analizan dos escenarios, el primero corresponde al mantenimiento del sistema de alta tensión en un taller y el segundo corresponde a un siniestro, tal y como se detalla en la Figura 4.1.

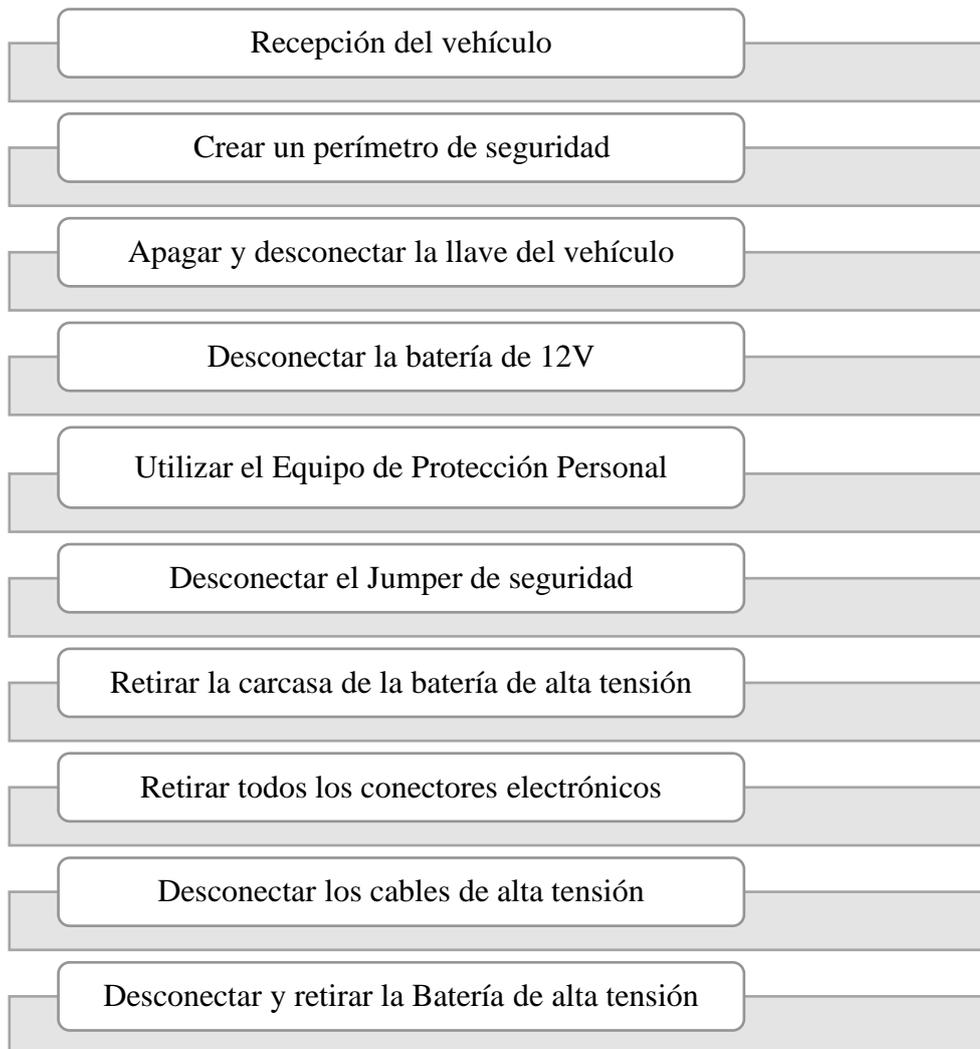


**Figura 4.1** Escenarios en la manipulación del sistema de alta tensión  
Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.2 Procedimientos en el taller**

En este apartado se muestra el procedimiento correcto de desconexión de la batería de alta tensión de un vehículo híbrido o eléctrico. La desconexión de esta batería no es un procedimiento sencillo, por esta razón se debe seguir los parámetros que se establecen en

esta sección. Con el fin de garantizar la seguridad, prevención de riesgos y evitar daños a los componentes. En la Figura 4.2 se muestra la propuesta de protocolo de seguridad de vehículos híbridos y eléctricos en el taller, la cual cuenta específicamente de 10 pasos.



**Figura 4.2** Protocolo de seguridad en el taller  
Fuente: Elaboración Propia

La recepción de un vehículo híbrido o eléctrico es diferente a la de un vehículo convencional. En primer lugar, el asesor del taller debe asegurarse de que se trata de un vehículo híbrido o eléctrico. Para ello debe identificar las etiquetas que caracterizan a estos vehículos. Otra manera de identificar a un vehículo híbrido es levantar el capó y

localizar cables de color naranja. Este color de cables solo se utiliza en sistemas de alta tensión.

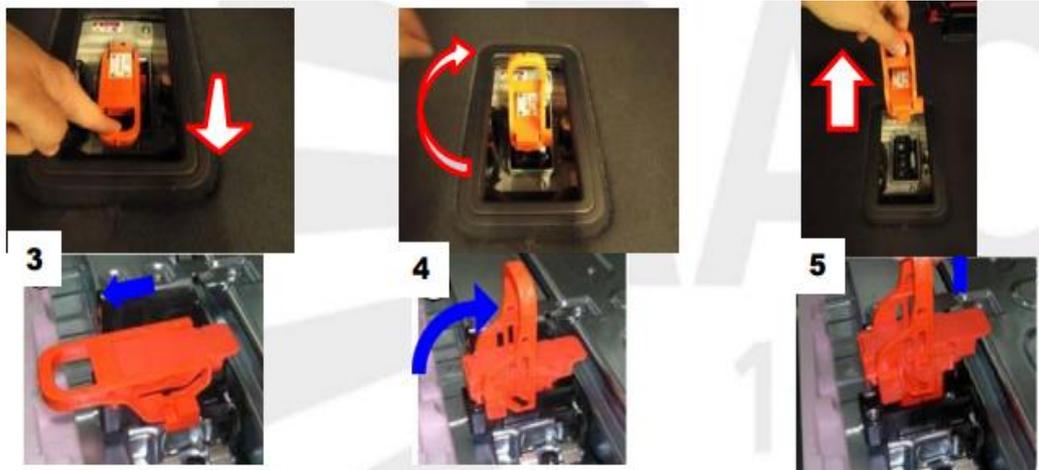
El siguiente paso es establecer un perímetro de seguridad. Para este procedimiento el vehículo debe ser llevado a una zona restringida y necesariamente se debe hacer uso de las señaléticas que indiquen peligro de alta tensión. Con el fin de precautelar la integridad de las demás personas ante un riesgo de descarga eléctrica.

A continuación, se debe verificar que el vehículo se encuentre apagado. Para esto se debe retirar las llaves de contacto. Según el modelo o fabricante es necesario que la palanca se encuentre en “P” o “Parque” para retirar la llave. Para que sea seguro retirar la llave es necesario esperar unos segundos hasta que el sistema de encendido se apague por completo otra manera de asegurarse que el vehículo se encuentra apagado es verificar que no se encuentre encendida ninguna señal en el tablero.

A continuación, para desenergizar el vehículo se procede a desconectar el borne negativo de la batería de 12V y de ser posible, aislar el borne para evitar que se conecte accidentalmente.

Para continuar con el procedimiento de inspección el técnico debe colocarse el Equipo de Protección Personal; guantes dieléctricos, calzado dieléctrico, casco y ropa especial para evitar arcos eléctricos.

A continuación, se procede a desconectar el jumper de seguridad como se muestra en la Figura 4.3 primero se lo presiona hacia atrás, luego hacia arriba y al final se retira el jumper. Según el fabricante o modelo para desconectar el jumper puede ser en sentido antihorario o accionando un interruptor de desconexión. Por lo general, el jumper es de forma rectangular o cilíndrica.



**Figura 4.3** Procedimiento para desconectar el Jumper  
Fuente: (Departamento Técnico, 2012)

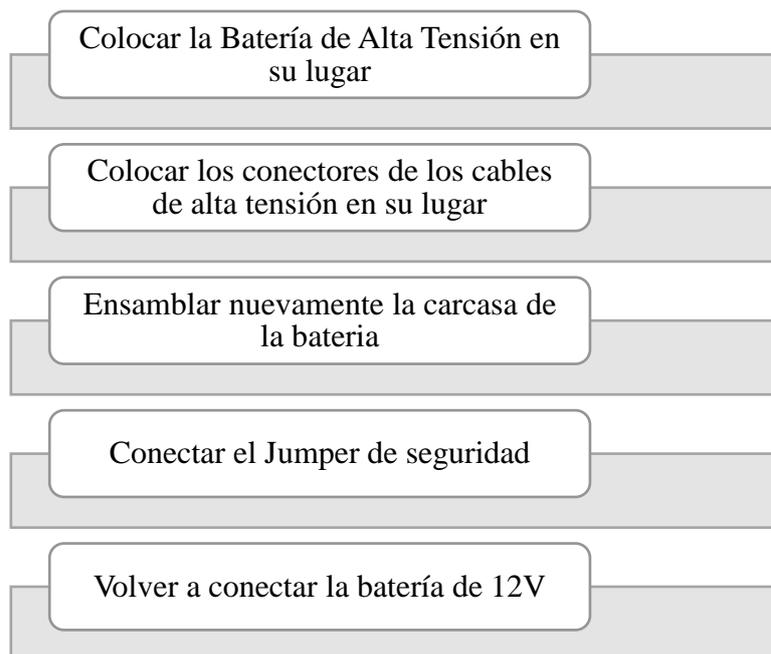
Para empezar a retirar la carcasa de la batería del vehículo se debe realizar unos 15 minutos después de haber sido desconectado el jumper de seguridad. Esto se realiza para eliminar la tensión residual. En este lapso, los condensadores pueden descargarse completamente. Para comprobar que no exista tensión residual se procede a medir el voltaje el cual debe ser menor a 1V lo que indicara que es seguro trabajar en el sistema de alta tensión. Posteriormente, se utilizan las herramientas dieléctricas para desatornillar la carcasa de la batería como se muestra en la Figura 4.4.



**Figura 4.4** Desmontaje de la carcasa de la Batería de Alta Tensión  
Fuente: Elaboración propia

En este punto el proceso de mantenimiento del vehículo es completamente seguro. Dependiendo del proceso a efectuar, las tareas de inspección y mantenimiento se pueden realizar de manera segura ya que en este punto no existe alta tensión en las baterías.

Para finalizar, la reconexión de las baterías de alta tensión se realiza luego de terminar todos los trabajos de mantenimiento. Esta se realiza de manera inversa al proceso de desconexión. Lo primero es colocar la batería en el vehículo y ensamblar sus componentes. No obstante, es importante colocarse nuevamente el equipo de protección personal ya que se va a volver a energizar el sistema. Para conectar la batería de la tensión al vehículo se conecta el jumper en el lugar correspondiente. Seguidamente se procede a reconectar la batería auxiliar del vehículo para energizar los componentes de bajo consumo. En la Figura 4.5 se muestra el proceso de reconexión de la batería de alta tensión en el vehículo híbrido o eléctrico.



**Figura 4.5** Proceso de reconexión de la batería de alta tensión  
Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, el mantenimiento de la batería de alta tensión de un vehículo híbrido y eléctrico se lo debe realizar para diagnosticar su rendimiento y durabilidad. Para esto, existen varias pruebas que se pueden realizar con el fin de garantizar un mejor funcionamiento de este componente. Para estas pruebas se debe retirar la carcasa del paquete de la batería y posteriormente los protectores de las láminas de contacto. En la Tabla 4.1 indica las pruebas frecuentes que se llevan a cabo para el diagnóstico de las baterías.

**Tabla 4.1** Pruebas de diagnóstico de la batería de alta tensión

---

**Pruebas de diagnóstico la batería de alta tensión**

---

Medición de la tensión en los paquetes de la batería

Medición de la temperatura de la batería

Limpieza de láminas de conexión de la batería

Balanceo de celdas

Verificación de la resistencia interna de la batería

Capacidad de carga de la batería

---

Fuente: Elaboración Propia

Antes de empezar con cualquier procedimiento en las baterías de alta tensión es recomendable retirar anillos, pulseras o cualquier accesorio metálico. Esto se debe a que el metal es un conductor de electricidad y podría provocar descargas eléctricas.

- Medición de tensión en las celdas

El propósito de esta prueba es verificar el estado de cada celda de la batería. Para ello se debe descubrir los polos para medir cada celda. Este proceso consiste en verificar que cada una marque el voltaje que especifica el fabricante. En el caso de que una celda

indique un valor que no sea proporcional a las demás celdas, debe ser retirada y reemplazada, caso contrario podría sobrecargar de trabajo a las demás.

- Medición de temperatura de la batería

Al medir la temperatura de la batería, se puede comprobar el estado del sistema de enfriamiento. Para medir la temperatura de las baterías se realiza un monitoreo de los sensores de temperatura. Cuando los resultados muestran una temperatura demasiado alta, significa que el sistema está defectuoso y, por lo tanto, es necesario revisar para evidenciar fugas o taponamiento

- Limpieza de las láminas de conexión

Este proceso es necesario realizarlo cuando existe corrosión en los polos de los paquetes de la batería. Al realizar este procedimiento se debe tener cuidado de no dañar los bornes de conexión, caso contrario, no existirá una correcta conexión en serie de las baterías.

- Balanceo de celdas

El balanceo de celdas se realiza con la batería previamente cargada. Luego de ello, se deben alinear los bornes positivos y negativos de las celdas, es decir, los polos positivos en un solo lado y los negativos, al contrario. Para realizar el proceso de balanceo se debe tomar dos láminas metálicas que hagan contacto en los polos positivos y negativos respectivamente. Es aconsejable dejar un tiempo prudente de mínimo 24 horas para que se realice el balanceo.

En este proceso se realiza un balance de celdas para que todas tomen el mismo nivel de carga. Esta prueba se la realiza siempre y cuando las baterías se encuentren cargando.

- Verificación de la resistencia interna de la batería

Para obtener la resistencia interna de la batería es necesario conocer la tensión de la batería y el consumo de esta. Con estos parámetros podemos obtener la resistencia interna. Por ejemplo, en el modelo de batería de NIHM es de 0.3 ohm

- Capacidad de carga de la batería

El estado de carga de una batería debe estar entre el 20% al 80% según la tensión nominal de la batería. Para realizar el cálculo del estado de carga se debe considerar la capacidad de la batería de alta tensión en amperios hora, el consumo en amperios y el tiempo de carga de la batería. Para fines prácticos se toma como ejemplo una batería de NIMH de un vehículo Toyota Prius Híbrido 4G. Como datos de la batería se tiene los siguientes valores:

- Estado de carga (SOC) = 30%
- Capacidad de la batería = 6.5 Amperios-hora

Para calcular la capacidad de carga se utiliza la siguiente ecuación:

$$SOC = \frac{carga}{cap.bateria} * 100\% \quad [4.1]$$

En donde:

$$Carga = I * t \quad [4.2]$$

- La intensidad (I) es en Amperios
- El tiempo (t) es en horas

Resolviendo la ecuación se obtiene:

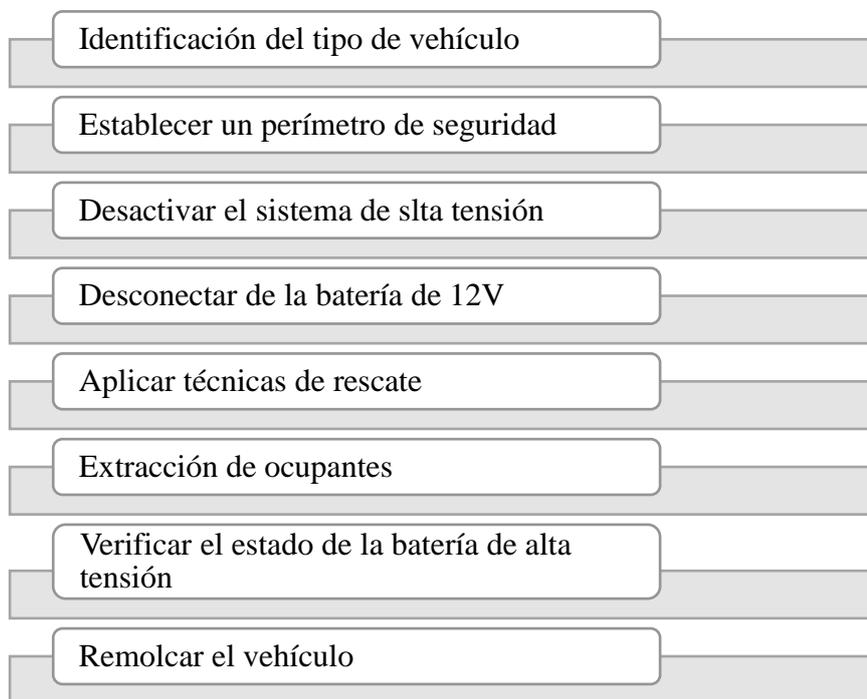
$$carga = \frac{SOC * Capacidad}{100\%} \quad [4.3]$$

$$carga = 1.95 \text{ Amph}$$

### 4.1.3 Procedimiento ante un siniestro

El procedimiento de manipulación de la batería de alta tensión en un siniestro de tránsito se debe manejar con mucho cuidado. El personal de emergencias, bomberos o policía deben priorizar siempre su seguridad y la de los demás. Para ello, los fabricantes disponen de guías de emergencia y rescate para los modelos híbridos y eléctricos.

Por esta razón, es necesario la implementación de una guía que ayude tanto a los técnicos operadores como a las personas involucradas en el siniestro. En la Figura 4.6 se muestra el proceso a seguir por parte del rescatista desde el momento en que llega al lugar del siniestro. En donde, lo primero es verificar que se trata de un vehículo híbrido o eléctrico. Para de esta forma poder identificar qué tipo de baterías contiene y seguir el procedimiento adecuado.



**Figura 4.6** Protocolo de seguridad en carretera  
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 4.7 se muestran las etiquetas que llevan los vehículos híbridos y eléctricos. En donde cada fabricante tiene especificaciones diferentes en cuanto al tipo de baterías, disposición de los componentes e identificación del cableado de alta tensión. Identificar el modelo del vehículo permite al técnico interpretar de manera rápida y exacta la guía de emergencia específica para estos tipos de vehículos.



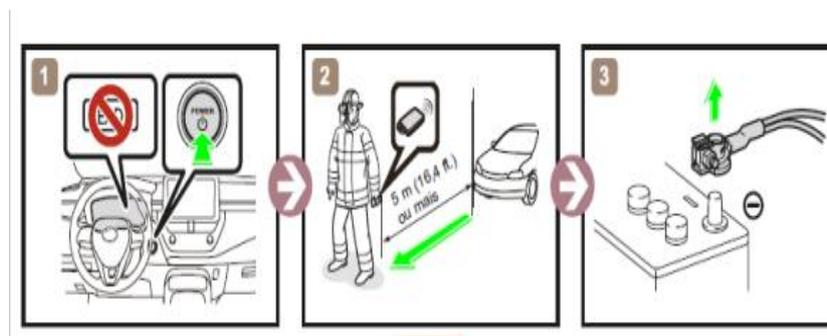
**Figura 4.7** Logo comercial de vehículos híbridos y eléctricos  
Fuente: (Departamento Técnico, 2012)

Una vez identificado el modelo del vehículo lo siguiente será crear un perímetro de seguridad utilizando una cinta de peligro. Con el fin de precautelar la seguridad de otros vehículos o personas que se encuentren cerca del lugar. Lo recomendable según las guías de rescate son 50m a la redonda. Para esto es necesario la utilización de un detector de tensión residual y por ninguna razón se deberá tocar el vehículo. No obstante, esto puede ser cuestionado sólo si la vida de los ocupantes se encuentra en extremo peligro. En la Figura 4.8 se observa la forma correcta de limitar un perímetro de seguridad.



**Figura 4.8** Perímetro de seguridad de vehículos eléctricos  
Fuente: (Hassler & Mendell, 2012)

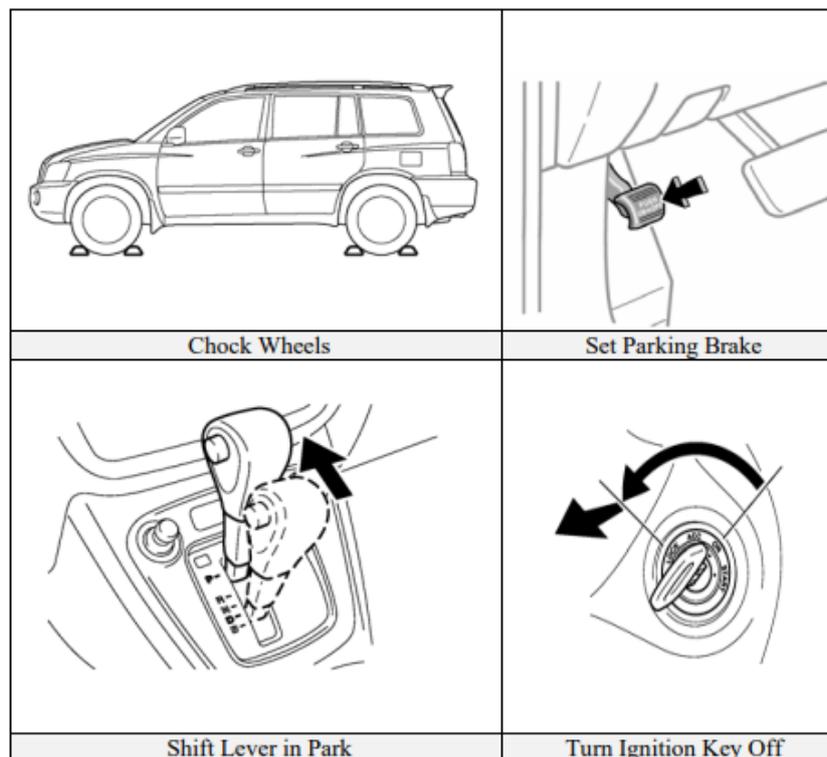
Para desconectar completamente un vehículo eléctrico de la fuente de alimentación es necesario la desconexión de la batería de 12V. Para su desconexión se debe utilizar guantes aislantes para protegerse de un posible corto circuito. A continuación, se desconecta el cable negativo de la batería para luego aislarlo y evitar algún contacto con otro componente. Según el fabricante y el modelo, la batería está ubicada en el compartimiento del motor. En la Figura 4.9 se muestra el procedimiento adecuado para la desconexión de una batería de 12V en un vehículo Toyota Corolla HEV 2021.



**Figura 4.9** Proceso de desconexión de la batería de 12V, Toyota Corolla HEV 2021  
Fuente (Araujo & Nakamura, 2021)

Durante una inspección visual, si se observa daños en la estructura es muy probable que exista la liberación de gases o líquidos tóxicos (Turzillo et al., 2021). Estos componentes tóxicos pueden producir irritaciones en los ojos y en la piel. Por esta razón, es recomendable realizar el mantenimiento de la batería de 12V cada cierto tiempo.

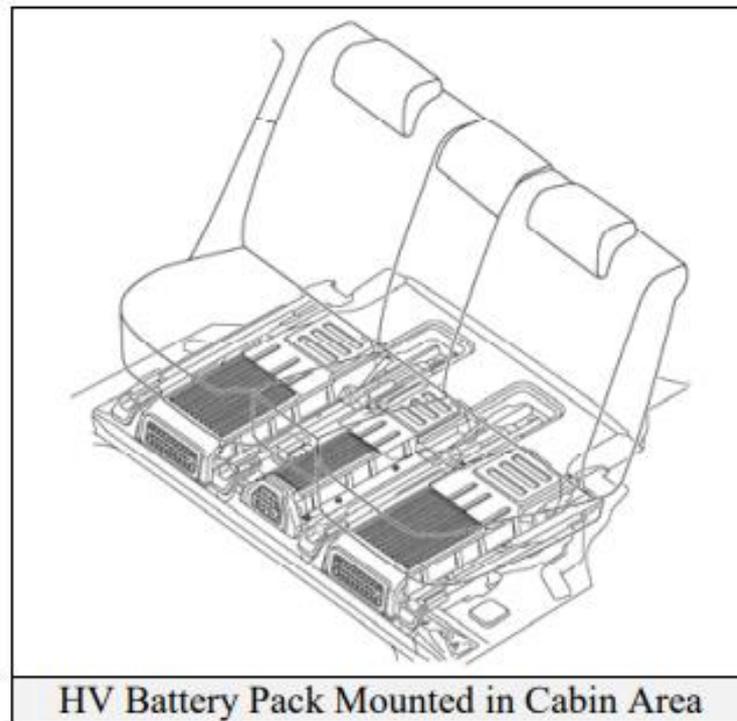
A continuación, en la Figura 4.10 se muestra el procedimiento adecuado para la correcta desconexión de la llave de contacto. Es primordial comprender que un vehículo híbrido o eléctrico jamás está apagado por el hecho de estar en silencio. Para ello los equipos de emergencia deben poner el freno de mano con el fin de inmovilizar al vehículo por completo. Luego poner la palanca de cambios en posición P (estacionamiento). Por último, es seguro retirar las llaves de contacto.



**Figura 4.10** Procedimiento de desconexión de la llave del Toyota Highlander 2006  
 Fuente: (Identification & Vin, 2006)

Otro caso que sucede es el incendio de las baterías de alta tensión. Para detener el incendio el rescatista debe utilizar el EPP. Además, debe crear un plan ofensivo o defensivo. Un plan ofensivo responde a la acción de intentar apagarlo con un extintor de clase ABC para disminuir la temperatura. Por otro lado, un plan defensivo, es dejar que la batería de alta tensión se consuma por completo. Una vez extinguido el fuego se recomienda dejarlo aislado durante 72 horas ya que el fuego podría reiniciarse (Turzillo

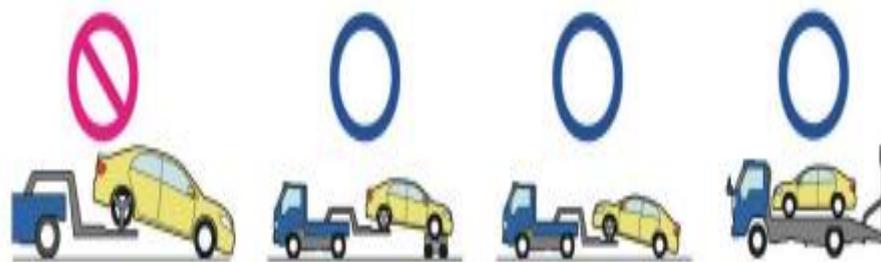
et al., 2021). En la Figura 4.11 se puede identificar la ubicación exacta de la batería de alta tensión.



**Figura 4.11** Ubicación de la batería de alta tensión  
Fuente: (Identification & Vin, 2006)

En el caso de que el vehículo se encuentre sumergido en el agua, la tarea de extracción es segura. Para ello se consideran las siguientes especificaciones; no tocar los componentes de alta tensión, disminuir el nivel del agua tanto como sea posible para facilitar la extracción y anclar a los puntos de fijación que se indican en la hoja de rescate de cada vehículo.

El rescate del vehículo híbrido o eléctrico concluye cuando se procede al remolque hacia un taller. Esta tarea se la realiza una vez realizados todos los procedimientos analizados con anterioridad. Para remolcar un vehículo híbrido o eléctrico se deben considerar ciertos aspectos. Como son, evitar que las ruedas giren debido a que se puede reconectar el sistema, observar que no se arriesgue la integridad de los cables de alta tensión (Quintero, 2020). En la Figura 4.12 se muestra la forma correcta de remolcar un vehículo eléctrico siniestrado.

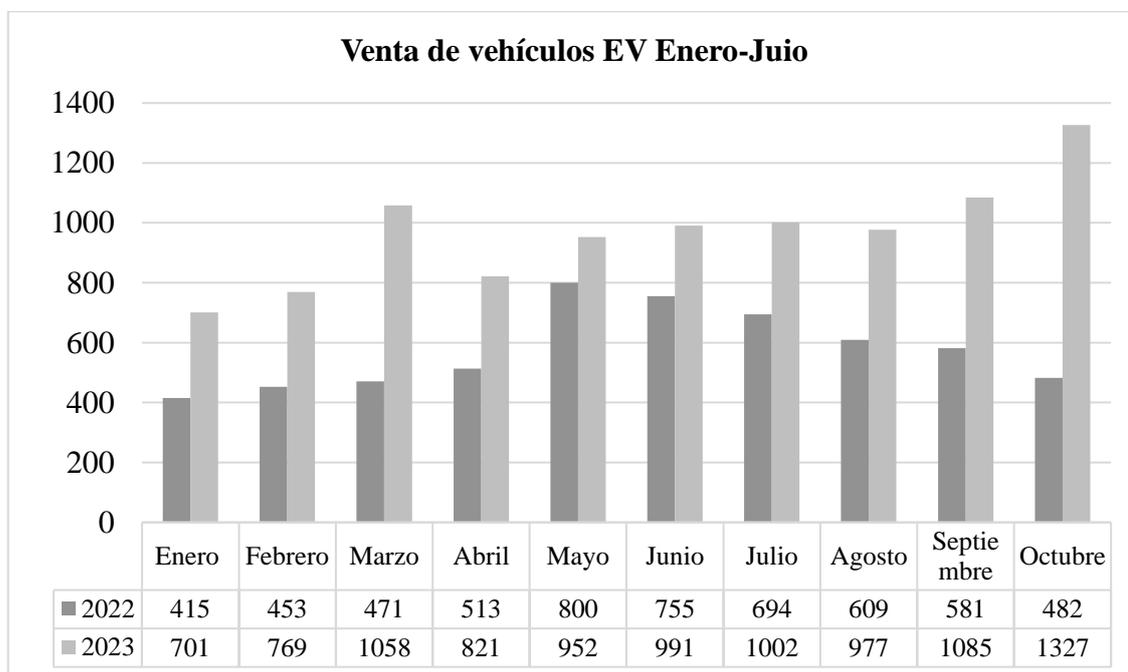


**Figura 4.12** Información de remolque para un HEV y EV

Fuente:(Araujo & Nakamura, 2019)

#### 4.1.4 Parque automotor eléctrico en el Ecuador

Otro aspecto importante para determinar el alcance de la propuesta planteada es estudiar el parque automotor a nivel nacional. Para ello se analizan los datos entregados por la AEADE en el año 2023. Esto con la finalidad de identificar la oferta y demanda que representa este sector.



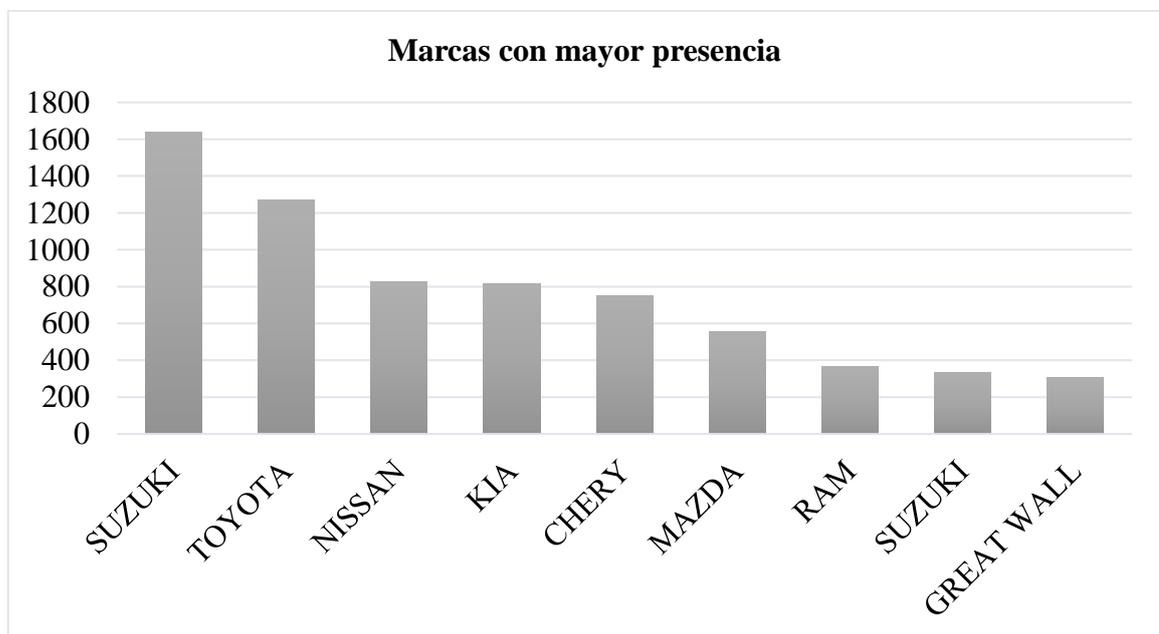
**Figura 4.13** Ventas de vehículos híbridos y eléctricos en al año 2023

Fuente: (AEADE, 2021)

En la Figura 4.13 se evidencia el crecimiento en el parque automotriz de vehículos híbridos y eléctricos, en comparación con el año anterior, hasta el mes de octubre las

ventas incrementaron en un 44% lo que significa que existirá más demanda de talleres especializados para realizar los mantenimientos de este tipo de vehículos.

Adicionalmente, conocer las marcas y modelos que están ingresando al país será de gran ayuda. Esto permitirá a los talleres adquirir las guías de mantenimiento y rescate específicamente para esos modelos. En la Figura 4.14 se pueden apreciar las marcas y modelos de los vehículos que se comercializan en el país. Esta información beneficiará a los talleres ya que les permitirá acondicionar sus instalaciones y equipos. De esta manera se pretende implementar un protocolo estándar dentro del país para la correcta manipulación de este tipo de vehículos.



**Figura 4.14** Ventas de vehículos electrificados por marca  
Fuente: (AEADE, 2021)

Actualmente a nivel nacional se encuentran algunos talleres de vehículos híbridos y eléctricos. Entre ellos se pueden mencionar a: DC Laboratorio Automotriz, Hybryd garge, Hybrid service, Ctres hbridos, Mecánica express, G4 car service, estos se encuentran en la ciudad de Quito. En la provincia del Guayas se encuentra: Hybryd auto center, Mecánico Hyundai híbridos, Bosch car service, Mecaner diagnóstico automotriz e híbridos, TAAET electronics, esos se encuentran en la ciudad de Guayaquil.

De los talleres mencionados anteriormente, en ninguno de los casos existe información que verifique el cumplimiento de las normas de seguridad o el seguimiento de un protocolo de seguridad. Por esta razón, se plantea la presente propuesta para su adopción en los talleres a nivel nacional.

A continuación, en Tabla 4.2 se observa los modelos de vehículos que más se comercializan en el Ecuador. Los cuales se muestran en el orden de acuerdo con las ventas de unidades.

**Tabla 4.2** Modelo de vehículos más comercializados en el Ecuador

<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>	<b>Unidades</b>
SWIFT	SUZUKI	1641
COROLLA CROSS	TOYOTA	1269
X TRAIL	NISSAN	825
STONIC	KIA	816
TIGGO 7	CHERY	753
MAZDA CX-30	MAZDA	554
RAM 1500	RAM	368
GRAND VITARA	SUZUKI	333
HAVAL H6	GREAT WALL	304
AZKARRA	GEELY	220
YARIS CROSS	TOYOTA	187
TIGGO 4	CHERY	167
FORD F-150	FORD	142
KONA	HYUNDAI	140
HAVAL ALL NEW H2	GREAT WALL	138
TIGGO 8	CHERY	93
SONATA	HYUNDAI	85
COROLLA	TOYOTA	83
CLASE GLC	MERCEDES BENZ	62
CLASE C	MERCEDES BENZ	60
OTROS		1443
<b>TOTAL</b>		<b>9683</b>

Fuente:(AEADE, 2021)

## **4.2 Propuesta de Norma Técnica**

En el presente trabajo de investigación, se plantea una propuesta de norma técnica ecuatoriana de seguridad para vehículos híbridos y eléctricos. Esta propuesta de norma técnica es una iniciativa para garantizar la seguridad tanto de los ocupantes como del técnico. En este sentido, la norma propuesta contribuirá a la regulación de requisitos para el mantenimiento de estos automotores. En vista de su complejo sistema de alta tensión, es necesario desarrollar instrucciones que se deben seguir antes, durante y después de trabajos con vehículos electrificados.

Los lineamientos que debe cumplir un documento normativo están descritos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización específicamente en la de Norma NTE INEN 0 (2016). Dicho documento brinda pautas para la estructura, redacción y presentación de los documentos. Para la adopción de esta norma se ha establecido la norma internacional ISO 6469 el cual abarca requisitos en cuanto a vehículos electrificados.

# **MANIPULACIÓN DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN EN EL MANTENIMIENTO Y RESCATE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS.**

## **4.2.1 Introducción**

El mantenimiento y rescate de vehículos híbridos y eléctricos conlleva seguir un respectivo procedimiento. En términos de seguridad, la normativa incluye información sobre los requisitos técnicos para la manipulación del sistema de alta tensión. Además, se especifican requisitos mínimos de seguridad y el uso adecuado de los equipos y herramientas. Y por último se detallan los procesos adecuados que se deben realizar dentro y fuera de un taller. Todo esto con el fin de garantizar la seguridad del técnico operador.

## **4.2.2 Objeto y campo de aplicación**

Esta norma tiene como objeto establecer los requisitos de seguridad ante la manipulación de vehículos híbridos y eléctricos específicamente para la manipulación del

sistema de alta tensión. Además, se consideran los riesgos eléctricos después de una colisión en la que esté involucrado un vehículo híbrido o eléctrico. Para ello, se especifica los requisitos de seguridad referente al equipo de protección personal del técnico operador. Con base en la normativa ISO 6469.

#### **4.2.3 Alcance**

Esta norma es aplicable a vehículos de carretera con propulsión eléctrica cuya principal fuente de energía sea una batería de alta tensión y el voltaje de clase B en funcionamiento. Según lo especifica la norma 6469-3.

El voltaje de clase B trabaja en un rango de 30V AC hasta 1,000V AC y 60 DC hasta 1,500 DC. Según la tabla 1 de la norma 6469-3: 2011. Esta norma no aplica a vehículos convencionales cuya fuente de energía sea una batería de 12Volts.

#### **4.2.4 Términos y definiciones**

Este documento contiene los siguientes términos y definiciones:

EPP: Equipos de Protección Personal

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización

ISO: Organización Internacional de Normalización

SAE: Sociedad de Ingenieros Automotrices

ECU: Unidad de Control de Motor

ICE: Motor de Combustión Interna

E-REV: Vehículo de rango extendido

EV: Vehículo eléctrico

HEV: Vehículo Eléctrico híbridos

PHEV: Híbridos enchufable

ASTM: Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

NTE: Normativa Técnica Ecuatoriana

RTE: Reglamento Técnica Ecuatoriana

NTP: Notas Técnicas de Prevención

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

NFPA: Asociación Nacional de Protección contra el Fuego

Dieléctrico: Material el cual es un mal conductor de la electricidad

Riesgo eléctrico: Posible contacto del cuerpo con la corriente eléctrica.

#### **4.2.5 Requisitos**

##### **Clasificación de los vehículos híbridos y eléctricos según SAE**

- Microhíbridos ICE: En lugar de un motor de arranque cuenta con un motor eléctrico, en este tipo de vehículos la batería de 12V recibe ayuda de la batería de 48V para alimentar los sistemas eléctricos y auxiliares.
- Híbridos medio HEV: El motor eléctrico se encarga de proporcionar el primer impulso al automotor, este suele alcanzar una potencia de 60kW reduciendo el consumo de combustible.
- Híbridos completos HEV: Cuenta con un motor de combustión interna y un motor eléctrico. Cuando el ICE y el motor eléctrico están conectados en serie,

ocurre que solo el motor eléctrico brinda la propulsión necesaria a las ruedas; por lo tanto, cuando el ICE y el motor eléctrico está conectado en paralelo, ocurre que tanto el motor eléctrico y el ICE trabajan juntas para entregar la potencia de propulsión a las ruedas.

- Híbridos enchufables PHEV: Trabaja con corriente eléctrica por pocos kilómetros para luego dar paso al motor de combustión interna, este puede ser recargado en tomacorrientes del hogar. El rango de recorrido de este vehículo es de 15 a 70 km, en función de la capacidad de la batería, por ejemplo, el rango nominal de este vehículo bordea los 125kW.
- Eléctricos de rango extendido E-REV: Son conocidos de esta forma ya que siempre poseen combustible que se puede utilizar para conducir el vehículo por una distancia prolongada. Gracias a poseer con un paquete de baterías beneficia a una recarga más rápida por medio del frenado regenerativo.
- Eléctricos EV: Trabaja gracias a una batería o una pila de combustible que proporciona la energía para impulsar el motor eléctrico obteniendo rangos de autonomía de 35 a 100 km por carga completa.

#### Requisitos de seguridad con la batería de alta tensión

Los requisitos presentados a continuación indican los criterios de funcionamiento de una batería de alta tensión de un vehículo híbrido y eléctrico.

#### **Límite de voltaje en el sistema de alta tensión**

Un vehículo híbrido o eléctrico posee una batería de alta tensión que independientemente de la marca o modelo posee un valor aproximado de 200 V DC. Al

entrar en funcionamiento el vehículo, la tensión se eleva hasta 500 V AC aproximadamente mediante los cables de alta tensión de color naranja.

### **Riesgos con la batería de alta tensión**

- Riesgo de descargas eléctricas

Se presenta cuando el técnico operario entra en contacto con los cables de alta tensión o la batería. En el caso de accidentes o choques, el vehículo puede estar energizado debido al contacto directo entre los cables de alta tensión y la estructura del vehículo.

- Riesgo de incendio

El derrame de fluidos en una batería de alta tensión se produce debido al aumento de temperatura en la batería lo que provoca una reacción química que libera gases o fluidos

- Riesgo de derrame de fluidos

El derrame de fluidos en una batería de alta tensión se produce debido al aumento de temperatura en la batería lo que provoca una reacción química que libera gases o fluidos tóxicos para la salud.

### **Requisitos del Equipo de Protección Personal**

En el siguiente apartado se especifican los requisitos del equipo de protección personal para la manipulación de la batería de alta tensión, ya sea en un taller o en un accidente de tránsito de vehículos híbridos y eléctricos.

- Guantes dieléctricos: Guantes aislante de caucho, divida en clases por lo general se encuentran la clase 0 capaz de soportar tensiones de 1,500V en CC y 1,000V en CA, fabricadas bajo las normas UNEN EN 60903:2005 y certificadas por OSHA.
- Calzado de seguridad: De igual manera se encuentra dividida en clases, la más común la clase 0, resistente a tensiones de 18,000V. Estandarizada bajo las normas EN 50321-2018 o también ASTM 1117.

- Casco dieléctrico: Este elemento ayuda a reducir el contacto eléctrico directo, por lo general se usa el casco de clase E tipo II ya que este es capaz de soportar 20,000V.
- Ropa multigrada: Utilizada para la protección de riesgos térmicos resistente al calor. Fabricada bajo las normas NFPA 70E CAT1.

### **Requisitos de las Herramientas**

A continuación, se presentan los requisitos mínimos de las herramientas y las normas establecidas. El uso correcto de estas herramientas se especifica en la norma ISO 6469-2009.

- Bastón de rescate: Herramienta fabricada de fibra de vidrio y poliéster, capaz de soportar 45,000V, según la norma ASTM F711.
- Juego de herramientas aisladas: Cuentas con un mango aislado fabricado con goma resistente a descargas eléctricas, soportan tensiones de 1,000V en CC y 500 en AC. Fabricada bajo la norma IEC 60900.
- Manta dieléctrica: Elaborado con material de caucho sintético tipo II teniendo la capacidad de soportar 1,000V, según la norma ASTM F 2320 además de la ICE 61111.
- Alicates aislados: Tiene la capacidad de soportar 1,000V AC y 1,500V DC de igual forma cuenta con un mango aislante. la cual está enumerada según la norma EN 60900.
- Multímetro: El trabajo con estos equipos debe ser de acuerdo con la norma vigente europea la cual hace mención para los dispositivos y accesorios de medición, automatización y equipos de laboratorio, la EN 61010-1.  
Las mediciones se las puede realizar para la capacidad, corriente AC, Corriente (con abrazaderas de corriente), de continuidad, de corriente DC, de temperatura, frecuencia, Resistencia (2 hilos), Resistencia (4 hilos), resistencia de aislamiento, tensión AC, tensión DC.

#### **4.2.6 Disposiciones generales**

Los equipos de protección personal y herramientas deberán estar certificadas bajo su normativa correspondiente. Además, el procedimiento de evaluación de la batería de alta tensión de un vehículo híbrido y eléctrico se realiza bajo las disposiciones de la norma ISO 178401:2022 y las consideraciones de seguridad presentadas en la norma ISO 6469.

#### **4.2.7 Métodos de ensayo**

Los métodos de ensayo incluyen el procedimiento del análisis de la batería de alta tensión. Se presenta el procedimiento en un taller y en un accidente de tránsito o choque.

El equipo de protección personal debe cumplir con las especificaciones que dispone la norma.

##### **Ensayo en taller**

El ensayo en taller involucra solo el procedimiento de desconexión de la batería de alta tensión para su respectivo mantenimiento. Crear un perímetro de trabajo con la respectiva señalización indicando riesgo eléctrico.

##### **Des energización**

- Crear un perímetro de trabajo con la respectiva señalización indicando riesgo eléctrico.
- El técnico operativo deberá tomar en cuenta un riesgo eléctrico. Para ello será necesario colocarse el equipo de protección personal contra descargas eléctricas. Según la norma ISO 6469-3.
- Un vehículo híbrido o eléctrico puede ser des energizado al desconectar la batería de 12V y posterior retirando el jumper de seguridad.
- El tiempo que tarda la batería de alta tensión en des energizarse dependerá de las especificaciones del fabricante.

## **Ensayo de tensión**

El ensayo de tensión sirve para verificar el estado de la batería de alta tensión. Para ello, la prueba debe realizarse con un multímetro fabricado bajo la norma IEC 61010.

- El desmontaje de la batería de alta tensión se debe realizar con las herramientas especificadas en la sección 4XX.
- El técnico operario debe colocarse el equipo de protección personal.
- Para manipular el sistema de alta tensión y evitar descargas eléctricas se deberá colocar los guantes dieléctricos.
- La medición de tensión se realiza por cada módulo del paquete de la batería con el multímetro mencionado en esta sección.
- Para reconectar la batería de alta tensión se deberá conectar el jumper de seguridad en su lugar y posterior la batería de 12V.

## **Ensayo en caso de accidente**

El procedimiento de rescate de vehículos híbridos y eléctricos está dispuesto en la norma ISO 17840 la cual contiene el proceso a seguir por parte de los rescatistas.

Ocurrido el accidente se considerará desde un principio que el vehículo se encuentra energizado con alta tensión.

- El personal de rescate deberá colocarse el equipo de protección personal mencionado en la sección 4xxx.
- Se debe crear un perímetro de seguridad.
- Se deberá realizar una inspección visual para verificar la marca y modelo del vehículo.
- Revisar las hojas de rescate proporcionadas por el fabricante para ubicar los componentes del sistema de alta tensión.
- Antes de manipular cualquier parte del vehículo se deberá medir la tensión residual con un medidor diseñado bajo la norma UNE-EN IEC 615576:2021.

- Para realizar labores de rescate de los ocupantes de vehículo se deberá desactivar la energía eléctrica. Para ello se desconecta la batería de alta tensión realizando el mismo proceso que el paso 6.2.
- Para realizar cortes en la estructura se debe seguir las hojas de rescate o la norma ISO 178401:2022 la cual indica los puntos que no involucran componentes del sistema de alta tensión.
- Para remolcar el vehículo se debe evitar que las ruedas giren ya que puede energizar de nuevo el sistema.
- El vehículo debe ser remolcado con una plataforma para llevarlo hacia el taller.
- Llegado al taller, el vehículo debe ser resguardado algunos días según lo indica la norma ISO 178401:2022 debido a que la batería de alta tensión puede reaccionar después de un tiempo.

### **Evaluación de la batería de alta tensión**

- En caso de incendio de la batería de alta tensión no se debe utilizar agua para extinguir. En este caso se utiliza un existente de clase ABC certificado bajo la norma UNE-EN 3-7:2004/A1:2008 y UNE-EN 3-10:2010. Otra opción es dejar que la batería de alta tensión se consuma por completo.
- Si existe fuga de fluidos o gases provenientes de la batería de alta tensión se deberá: manipular con cuidado ya que pueden ser tóxicos. Su almacenamiento debe ser en un lugar seguro según la norma ISO 178401:2022. En caso de inmersión del vehículo en el agua, la extracción es segura. Gracias a los sensores de inmersión, des energizan y cortan la energía de la batería de alta tensión. El anclaje debe colocarse según lo indique las hojas de rescate.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se concluyó que el sistema de alta tensión en los vehículos híbridos y eléctricos están conformados principalmente por la batería híbrida que puede ser de diferente tipo y material. Los sistemas de alta tensión se definen como componentes que operan con voltajes nominales superiores a 30 AC y menor a 1,000 AC o voltajes superiores a 60 DC y menor a 1,500 DC
- Los equipos y herramientas que son utilizadas al operar vehículos híbridos y eléctricos se encuentran certificadas y calificadas. Por esta razón, cada una de ellas está regulada bajo sus propias normas. En cada una de estas se menciona el material de fabricación del recubrimiento aislante y su rango de operación. Todo esto con el fin de garantizar la seguridad de los técnicos.
- La propuesta del protocolo se realizó con base en las hojas de rescate de vehículos híbridos y eléctricos. El mismo cuenta con 12 hojas en donde se detalla el procedimiento a seguir para manipular el sistema de alta tensión ya sea en un taller o en un siniestro vial. Además, se incluye el procedimiento para trabajar con la batería de alta tensión del vehículo teniendo en cuenta los riesgos que representa esta actividad. Por otra parte, se consideró importante analizar el parque automotor de vehículos híbridos y eléctricos y también de los talleres que existen actualmente en el país. Gracias a esta información se puede estimar el alcance que podría tener el protocolo desarrollado.

- En este proyecto se ha propuesto una normativa para la manipulación del sistema de alta tensión. La cual fue desarrollada con base en la normativa internacional ISO 6469. Está propuesta consta de 5 capítulos principales en donde se presentan temas relacionados con la seguridad, límites de tensión, riesgos en las baterías de alta tensión, requisitos de herramientas y equipos de protección personal y finalmente procedimientos de mantenimiento y rescate. Por otro lado, para el desarrollo de la normativa se siguió el formato establecido por la norma ecuatoriana NTE-INEN 0:2016 la cual contiene la estructura para la redacción de documentos normativos.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda seguir los lineamientos establecidos en la normativa del sistema de alta tensión en donde se definen los requerimientos de seguridad antes, durante y después de un accidente, ya que algunos componentes pueden permanecer energizados incluso cuando el vehículo está apagado.
- La funcionalidad de estos equipos debe verificarse cada cierto tiempo. Por ejemplo, los guantes dieléctricos deben ser rectificadas y certificados cada 6 meses. De igual forma mantener los equipos en un lugar donde su efectividad no se vea afectada por las condiciones atmosféricas y por último, seguir las instrucciones de uso de cada herramienta y equipo.
- Se recomienda realizar un análisis del sistema de gestión de seguridad en cada taller relacionado con la manipulación del sistema de alta tensión de vehículos híbridos y eléctricos. En caso de no poseer ninguno, se pone a disposición el protocolo de seguridad realizado en el presente proyecto. Además, hay que considerar que cada marca de vehículo tiene su propia guía de seguridad y la

posición de los componentes de alta tensión pueden estar situados en diferentes áreas.

- Es recomendable seguir las especificaciones de seguridad desarrolladas en la normativa del presente documento. esto permitirá a un taller de vehículos híbridos y eléctricos desarrollar sus actividades de manera segura y dentro del marco legal. Del mismo modo, el documento servirá de apoyo para el personal de rescate ante un siniestro

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEADE. (2021). Boletín de Prensa. Ventas de vehículos, Resumen. Autoplus, 3(2), 6.
- Alvarado, J., & Chanatasig, A. (2019). Manual de procedimiento de mantenimiento para baterías de un vehículo eléctrico Kia Soul EV. In Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- Araujo, D., & Nakamura, M. (2019). Manual de Rescate Vehicular (ERG). TOYOTA, 24–64.
- Barreda, T. (2019). Baterías de tracción para vehículos eléctricos. In Tesis de pregrado. Escuela Ingenierías Industriales, Valladolid.
- Bermeo, R. (2009). Implementación De Un Sistema De Propulsión Eléctrica a Un Vehículo Liviano. 1–145.  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6819/1/07260.pdf>
- Castillo, A. (2019). Diseño de un BMS para un vehículo eléctrico. In Tesis de pregrado. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño, Valencia.
- Choca, C., & Coello, J. (2022). Diseño e implementación de un sistema de tracción eléctrica aplicado a un vehículo prototipo Híbrido de tres ruedas del grupo de investigación sapia de la Epoch. In Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Departamento Técnico. (2012). Asistencia a vehículos con alta tensión HV. RACC, 1, 4–31.
- Duarte Rodríguez, D. (2018). Vehículos Eléctricos e Híbridos: Aspectos conceptuales , legislación nacional y comparada. 28.  
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5\\_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/\\$FILE/VEHICULOS-ELÉCTRICOS-HÍBRIDOS.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/$FILE/VEHICULOS-ELÉCTRICOS-HÍBRIDOS.pdf)
- Garcia, G. (2021). Más autonomía y durabilidad para las baterías: así funciona el EMS

- de ZF. Recuperado 22 de Junio de 2023.
- [https://www.hibridosyelectricos.com/coches/software-tambien-aumenta-autonomia-vida-util-bateria-asi-funciona-ems-zf\\_45129\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/coches/software-tambien-aumenta-autonomia-vida-util-bateria-asi-funciona-ems-zf_45129_102.html)
- Ghorbani, E., Alinaghian, M., Gharehpetian, G. B., Mohammadi, S., & Perboli, G. (2020). A survey on environmentally friendly vehicle routing problem and a proposal of its classification. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–72.
- <https://doi.org/10.3390/su12219079>
- Gómez, M., Hidalgo, D., Erazo, G., & Quiroz, J. (2014). Diseño y construcción de un banco de pruebas genérico, para reparación y mantenimiento de baterías híbridas. In Tesis de pregrado. Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, Ambato.
- González, P. (2019). Principios básicos del vehículo eléctrico. In Tesis de pregrado. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Gordillo, M., & Castro, A. (2021). Propuesta de sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para el laboratorio de vehiculos electricos e hibridos del centro de tecnologias del transporte (SENA). Centro de Tecnologías Del Transporte(CTT), 1, 1–69.
- Hassler, D. A., & Mendell, M. F. (2012). La seguridad en los vehículos todoterreno. *Nursing (Ed. Española)*, 30(9), 20–25. [https://doi.org/10.1016/s0212-5382\(12\)70131-0](https://doi.org/10.1016/s0212-5382(12)70131-0)
- Huerta, G. (2014). Gestor de carga de baterías (BMS). In Tesis de pregrado. Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, Burgos.
- Hyundai. (2020). SONATA HEV relé principal / relé de alimentación montaje / sustitución del conjunto de cables de alta tensión. *Hydranautics*, Junio, 1–6.
- Identification, V., & Vin, N. (2006). 2006 Model Year. 1–48.
- INEN. (2010). Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores. Servicio

- Ecuatoriano de Normalización, 4, 25.
- Instituto Ecuatoriano de normalizacion NTE. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 146:2013. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Primera ed, 15.
- ISO. (2015). Electrically propelled road vehicles. International Standard, 4, 5–15.
- Jeklin, A. (2016). Inyección directa diesel sistema "common rail". BOSH, 1, 1–23.
- Kurzweil, G. (2017). Overview of batteries for future automobiles. Lead-Acid Batteries for Future Automobiles, 1, 27–96.
- León, R., Montaleza, C., Maldonado, J. L., Tostado-Véliz, M., & Jurado, F. (2021). Hybrid Electric Vehicles: A Review of Existing Configurations and Thermodynamic Cycles. Thermo, 1(2), 134–150.  
<https://doi.org/10.3390/thermo1020010>
- Martínez, M. (2017). Propulsión en vehículos eléctricos. 181.  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/25504/TFG-P-630.pdf;jsessionid=C92E3ED9C166F16F20914DF1D092B5F0?sequence=1>
- Matti, T. (2017). High voltage components in commercial vehicles. 80 + 7.
- Maurad, J., & Armijos, E. (2018). Caracterización de los sistemas del vehículo eléctrico KIA SOUL EV. 1–176.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15364/4/UPS-CT007551.pdf>
- Medardo, F. (2018). Análisis y modelado de baterías de Ion Litio para vehiculos eléctricos. In Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Meneses, A. (2018). Maqueta del sistema y funcionamiento de un inversor en vehículos híbridos. In Tesis de pregrado. Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito.
- Mujahed, M. (2021). Hybrid Electric Vehicles (HEV): classification, configuration, and vehicle control. Journal of SA Electronics, 1, 10.
- Norma Española. (2007). Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1,000V

- en corriente alterna y 1,500V en corriente continua. Seguridad Eléctrica Cuya Secretaria Desempeña UNESCO, 1, o-4.
- Olona, A. L. (2020). EPI ' s para manipulación segura de Vehículos Eléctricos e Híbridos. Carrocería y Pintura, 84, 4.
- Quintero, L. (2020). Evaluación del impacto de los vehículos con tecnología híbrida en el sector asegurador para la empresa CESVI Colombia S.A. In Tesis de pregrado. Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Rodríguez, J. (2020). Sistema, Componentes del Green, Toyota Originales, Repuestos Preventivo, Mantenimiento. TOYOTA, 15, 22.
- Rosero, D. :, & Lopez, E. (2018). Diseño Y Construcción Del Sistema De Propulsión Para Un Prototipo De Auto Eléctrico Biplaza Uta-Cim17. 100.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26832%0Ahttp://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29865>
- Salisbury. (2013). Equipo de protección personal en seguridad eléctrica y ropa de protección contra arco eléctrico Pro-Wear. Honeywell International Inc., 1, 48.
- Sánchez, J. (2021). Modelado de sistemas de gestión térmica en baterías para vehículos híbridos mediante el uso de nanofluidos. In Tesis de pregrado. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Sánchez, R., & Vasquez, D. (2022). Desarrollo de una metodología para la nivelación de carga de baterías de níquel metal – hidruro utilizadas en HEV de mayor consumo en el Ecuador. In Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil.
- Sanz, I. (2015). Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea. In Tesis de pregrado. Universidad Pontificia de Madrid, Madrid.

- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de creación de Oportunidades 2021-2025. 1–122.
- Terán, Y. F. C. (2018). Análisis de la batería de alta tensión del Toyota Prius 4G. In Tesis de pregrado. Universidad Internacional del Ecuador, Quito.
- Turzillo, A. M., Campion, C. E., Clay, C. M., & Nett, T. M. (2021). Guía de respuestas en emergencias de vehículos eléctricos “Greve.” Asociación Paraguaya de Rescate Vehicular, 135, 13.
- Ullán, P. (2020). Vehículos híbridos. Pasado, presente y futuro. In Tesis de pregrado. Universidad Politècnica de Catalunya, Catalunya.
- Uyaguari, A. (2020). Análisis del requerimiento operativo y legal para los vehículos eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito, DMQ. In Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Verma, S., Mishra, S., Gaur, A., Chowdhury, S., Mohapatra, S., Dwivedi, G., & Verma, P. (2021). A comprehensive review on energy storage in hybrid electric vehicle. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 8(5), 621–637. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.09.001>
- Yeimi, L., Johan, M., & Andrés, Z. (2022). Manual de Promoción y Prevención en la Seguridad y Salud en el Trabajo en Riesgo Eléctrico con Vehículos Eléctricos e híbridos. In Tesis de pregrado. Universidad ECCI, Bogotá.

## **ANEXOS**

## ANEXO I. Ficha técnica de guantes dieléctricos





**GUANTE DIELECTRICO  
REGELTEX**

**FICHA TECNICA**

### GUANTES AISLANTES

El conjunto de nuestra gama de guantes aislantes para trabajos en tensión responde a las especificaciones de la norma europea EN 60903:2003 y de la norma internacional IEC 60903:2002.

De igual modo, nuestra producción está sometida a un sistema de seguro de calidad CE de la producción con vigilancia, en aplicación del procedimiento 11 b de la directiva 89/686/CEE relativa a los Equipos de Protección Individual que clasifica los guantes aislantes para trabajos en tensión en categoría III (riesgos mortales).

**Cuadro recapitulativo**

Clase	Longitudes disponibles	Categorías	Espesor (en mm) *	Tamaños disponibles	Color del embalaje
00	28/36 cm	AZC	0.5	8-9-10-11	Beige
0	36/41 cm	AZC	1.0	8-9-10-11	Rojo
1	36/41 cm	AZC	1.5	8-9-10-11	Blanco
2	36/41 cm	RC	2.3	8-9-10-11	Amarillo
3	36/41 cm	RC	2.9	8-9-10-11	Verde
4	41 cm	RC	3.6	9-10-11	Naranja

\*La obtención de categoría autoriza un sobreespesor de 0.6mm  
Significado de las letras de las categorías :  
A : Acido - Z : Ozono - H : Aceite - C : Muy baja temperatura - R : A+Z+H



### Exigencias eléctricas (prueba de serie y por toma de muestra en corriente alterna)

Clase	Tensión máx. de utilización (voltios)	Tensión de prueba (voltios)	Tensión de resistencia (voltios)
00	500	2 500	5 000
0	1 000	5 000	10 000
1	7 500	10 000	20 000
2	17 000	20 000	30 000
3	26 500	30 000	40 000
4	36 000	40 000	50 000

1. En la elección de una clase, es importante definir la tensión nominal de la red que no debe ser superior a la tensión máxima de utilización. Para las redes polifásicas, la tensión nominal de la red es la tensión entre fases.
2. La tensión de prueba es la tensión aplicada a los guantes durante las pruebas individuales de serie.
3. La tensión de resistencia es la tensión aplicada durante las pruebas de validación después de un acondicionamiento de los guantes durante 16 horas en el agua y después de una prueba de 3 minutos a la tensión de prueba.

### Exigencias mecánicas (prueba por toma de muestra)

- Resistencia media a la tracción :  $\geq 16$  MPa
- Alargamiento medio a la ruptura :  $\geq 600\%$
- Resistencia a la perforación :  $\geq 18N/mm$
- Remanencia de alargamiento :  $\leq 15\%$

### Propiedades especiales (prueba por toma de muestra)

1. **Resistencia al ácido :**  
acondicionamiento de los guantes por inmersión durante 8h a  $23 \pm 2^\circ C$  en una solución de ácido sulfúrico a  $32^\circ$  Baumé.
  - Los valores de resistencia a la tracción y de alargamiento a la ruptura deben ser por lo menos iguales en un 75% a los de los guantes no acondicionados.
  - Los guantes deben superar la prueba a la tensión de prueba.
2. **Resistencia al aceite .**  
acondicionamiento por inmersión en el aceite (líquido 102) durante 24 h a  $70 \pm 2^\circ C$ 
  - Los valores de resistencia a la tracción y de alargamiento a la ruptura deben ser por lo menos iguales en un 50% a los de los guantes no acondicionados.
  - Los guantes deben superar la prueba a la tensión de prueba.
3. **Resistencia al ozono :**  
acondicionamiento de los guantes en un recinto durante 3 h a  $40 \pm 2^\circ C$  (ya una concentración de ozono de 1 mg/m<sup>3</sup>)
  - Los guantes no deben presentar ninguna resquebrajadura
  - Los guantes deben superar la prueba a la tensión de prueba.
4. **Resistencia a muy bajas temperaturas :**  
acondicionamiento de los guantes durante 24 horas a  $-40 \pm 3^\circ C$   
Las pruebas son satisfactorias no es visible ningún desgarramiento, ruptura o resquebrajadura después del pegado a nivel de la muñeca y si los guantes pasan con éxito las pruebas a la tensión de prueba.

### Embalaje

Cada par de guantes está acondicionado en un sobre opaco de color diferente en función de la clase de protección.

En el embalaje están anotados : la clase, el tamaño, las categorías, el tipo de puno, la longitud, la fecha de la prueba, el número de lote de fabricación así como el número de lote de validación.



### Marcación

Marcación de la fecha de puesta en servicio

Marcaciones de las fechas de inspecciones periódicas

Simbolo IEC 60417-5216 apropiado para los trabajos bajo tensión

Referencia normativas  
EN : norma europea  
IEC : norma internacional

EN 60903:2003  
IEC 60903:2002

CE 0333

Nº del organismo notificado que vigila el sistema de calidad

**REGELTEX**

Nombre del fabricante

**4 / RC**

Clase + Categorías

**Size : 10**

Tamaño de los guantes

**Date : 04/2013**

Mes y año de fabricación

**LOT XXXX**

Nº de validación



## ANEXO II. Ficha técnica del juego de destornilladores dieléctricos

**FLUKE®**

Datos técnicos

### Kit de destornilladores aislados de Fluke



#### Características principales

- 7 destornilladores aislados (punta cuadrada, punta plana y estrella)
- Con diferentes tamaños y longitudes de vástago
- Certificados para 1000 V CA, 1500 V CC
- Mango ergonómico que se adapta a la mano del usuario, permite reducir el esfuerzo y la fatiga, y proporciona el par máximo
- Núcleo del mango de cuerpo entero resistente a impactos recubierto con un material exterior blando antideslizante, con un orificio que permite colgar la herramienta para mayor seguridad y un diseño de mango que evita que se desplace rodando de forma inadvertida
- Vástago aislado delgado que permite acceder a lugares difíciles
- Forjados con acero alemán CMV de gran durabilidad

V CA y 1500 V CC. Todos los destornilladores se han sometido a 10.000 V. Todos ofrecen una [garantía limitada de por vida](#).

## Especificaciones: Kit de destornilladores aislados de Fluke

Tipo de destornillador	Longitud de la hoja (pulgadas mm)	Longitud del mango (pulgadas mm)	Anchura del mango (pulgadas mm)	Diámetro de la forma de hoja (pulgadas mm)
Punta plana 	3 75	3-3/8 86	1 25	3/32 2.55
Punta plana 	4 100	3-11/16 94	1 5/16 30	5/32 4.0
Punta plana 	5 125	4-3/16 106	1 7/16 36	1/4 6.0
 Estrella n° 1	3 80	3-11/16 94	1 3/16 30	7/32 5
 Estrella n° 2	4 100	4-3/16 106	1 7/16 36	1/4 6
 Punta cuadrada n° 1	4 100	3-11/16 94	1 3/16 30	5/32 3.5
 Punta cuadrada n° 2	5 125	4-3/16 106	1 7/16 36	1/4 6

### Garantía

#### Garantía limitada de por vida para las herramientas de mano aisladas de Fluke

Para todas las herramientas de mano aisladas de Fluke frente a defectos en los materiales y la mano de obra durante toda su vida útil. En la presente garantía, "de por vida" significa siete años después de que Fluke deje de fabricar el producto. Sin embargo, la garantía deberá ser al menos de quince años a partir de la fecha de compra. Esta garantía no cubre los daños producidos debido a negligencia, mala utilización, contaminación, modificación, accidente o condiciones anormales funcionamiento o manipulación, daños o desgaste normal de los componentes mecánicos. Esta garantía únicamente cubre al comprador original y no es transferible.

#### Recomendaciones de uso y mantenimiento de las herramientas de mano aisladas de Fluke

A continuación encontrará indicaciones para el mantenimiento, la inspección, la repetición de las pruebas y el uso de las herramientas de mano aisladas de Fluke.

## ANEXO III. Ficha técnica del juego de herramientas manuales dieléctricas



Ficha Técnica

### JUEGO DE DADOS 17 PIEZAS AISLADO 1000 V

#### Detalles técnicos:

Modelo: MS69S

Norma o certificado: IEC 60900

Nacionalidad: FRANCIA

#### Descripción

Juego de dados aislados de 17 piezas, destinada a facilitar el apriete y aflojar tornillería de conectores aéreos y subterráneos mediante el uso de dados aislados.

Fabricado bajo control de calidad ISO9001-2008

#### Mantenimiento

Una vez utilizada la herramienta limpiar de posible acumulación de elementos metálicos o suciedad.

#### Modo de utilización

Siempre que se realice un trabajo en tensión BT utilizar guantes aislantes y de protección.



Ref.	Descripción	MS69S 17 herramientas
MS65	Llave carraca 1/2"	1
MS66	Vaso 12 caras hembra	8-9-10-11-12-13-14 17-19-21-22-23 mm
MS71	Alargo corto 140 mm - 5"	1
MS70	Reductor 1/2" - 1/4"	1
MS56	Vaso 6 caras 1/4" 6 y 7 mm	1

Peso en cofre MS69SV: 2 000 g



Colle Los Rosas 314 Urb. Sagrada Familia - Bellavista Collo  
T: (01) 265 5765 / 962649491 / 954823199 / 954638696  
Tienda: Jr. Cotabambas N° 297 - Cercado de Lima - Lima T: (01) 428 2484  
ventas@kapekinternacional.com

www.kapekinternacional.com

## ANEXO IV. Ficha técnica de alfombra aislante

Ficha Técnica

### ALFOMBRA AISLANTE CLASE 0

**Detalles técnicos:**

Modelo: Clase 0  
Norma o certificado: IEC 61111: 2009  
Nacionalidad: FRANCIA

**Descripción**

Tensión máxima de utilización 1.000VAC.  
Alfombra ultra ligera que facilita las intervenciones diarias en la Baja Tensión (BT)  
Características: Material: Elastómero de caucho  
Espesor: +/- 1,5 mm. Color gris

Presentaciones (metros):  
1 X 1, 1 X 5, 1 X 10



**KAPEK**  
INTERNACIONAL SAC

Calle Las Rosas 314 Urb. Sagrada Familia - Bellavista Colloa  
T: (01) 265 5765 / 962649491 / 954823199 / 954638696  
Tienda: Jr. Cotabambas N° 297 - Cercado de Lima - Lima T: (01) 428 2484  
ventas@kapekinternacional.com

[www.kapekinternacional.com](http://www.kapekinternacional.com)

## **ANEXO V. Propuesta de Norma técnica Ecuatoriana**

### **INTRODUCCIÓN**

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN
2. ALCANCE
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES
4. REQUISITOS
  - 4.1 Clasificación de los vehículos híbridos y eléctricos según SAE.
  - 4.2 Requisitos de seguridad con la batería de alta tensión
  - 4.3 Límite de voltaje en el sistema de alta tensión
  - 4.4 Riesgos con la batería de alta tensión
    - 4.4.1 Riesgo de descargas eléctricas
    - 4.4.2 Riesgos de Incendio
    - 4.4.3 Riesgo de derrame de fluidos
  - 4.5 Requisitos del Equipo de Protección Personal
  - 4.6 Requisitos de las herramientas
5. DISPOSICIONES GENERALES
6. MÉTODOS DE ENSAYO
  - 6.1 Ensayo en taller
  - 6.2 Des energización
  - 6.3 Ensayo de tensión
  - 6.4 Ensayo en caso de accidente
  - 6.5 Evaluación de la batería de alta tensión

### **REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**



Quito – Ecuador

PROYECTO  
NORMA TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN XXXX**

**MANIPULACIÓN DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN EN EL  
MANTENIMIENTO Y RESCATE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y  
ELÉCTRICOS.**

**E:** Safety for handling, maintenance and rescue of hybrid and electric vehicles.

**Correspondencia:** Esta normativa nacional es una adopción de la norma internacional ISO 6469-4 2015.

**Descriptores:** Equipos de protección personal; seguridad en alta tensión; seguridad antes y después de un choque.

## **PRÓLOGO**

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (Organismos miembros de la ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales es normalmente llevado a cabo a través de los comités técnicos ISO. Cada organismo miembro interesado en un tema para el cual un comité técnico se ha establecido, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) en todo lo concerniente a normalización electrotécnica.

Las Normas Internacionales están redactadas de acuerdo con las reglas establecidas en las Directivas ISO/IEC, parte 2.

La función principal de los comités técnicos es preparar Normas Internacionales. Los Proyectos de Normas Internacionales aprobadas por los comités técnicos son distribuidos a los organismos miembros para su votación. La publicación como una Norma Internacional requiere la aprobación de al menos el 75 % de los organismos miembros con derecho a voto.

Existe la posibilidad que algunos de los elementos de esta Norma Internacional puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

## **PRÓLOGO NACIONAL**

Esta norma técnica ecuatoriana NTE-INEN-ISO 6949-4 Seguridad para la manipulación, mantenimiento y rescate de vehículos híbridos y eléctricos, es una adopción e implementación de la Norma Internacional ISO 6469-4 2015 post crash electrical safety.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años los vehículos híbridos y eléctricos han ganado popularidad, esto debido a su eficiencia energética, menor impacto ambiental, así como la contribución a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. Con el fin de impulsar aún más su implementación, se han establecido normas especiales para regular su uso.

En términos de seguridad, existen normas para proteger a los técnicos operarios, como requisitos especiales para el sistema de alta tensión, seguridad de la batería. Estas normas están diseñadas para especificar requisitos mínimos de los equipo y herramientas además de los procesos adecuados que se deben realizar dentro y fuera de un taller en relación con la manipulación del sistema de alta tensión.

La normativa para vehículos híbridos y eléctricos abarca aspectos relacionados a la seguridad, Su objetivo principal es la adopción de las normativas internacionales ISO para de esta manera implementar un protocolo de seguridad en la manipulación y rescate haciendo el uso correcto de los EPP y herramientas.

## **OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma tiene como objeto establecer los requisitos de seguridad ante la manipulación de vehículos híbridos y eléctricos específicamente para la manipulación del sistema de alta tensión. Además, se consideran los riesgos eléctricos después de una colisión en la que esté involucrado un vehículo híbrido o eléctrico. Para ello, se especifica los requisitos de seguridad referente al equipo de protección personal del técnico operador. Con base en la normativa ISO 6469.

## **ALCANCE**

Esta norma es aplicable a vehículos de carretera con propulsión eléctrica cuya principal fuente de energía sea una batería de alta tensión y el voltaje de clase B en funcionamiento. Según lo especifica la norma 6469-3.

El voltaje de clase B trabaja en un rango de 30V AC hasta 1000V AC y 60 DC hasta 1500 DC. Según la tabla 1 de la norma 6469-3: 2011 Esta norma no aplica a vehículos convencionales cuya fuente de energía sea una batería de 12Volts.

## **TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

Este documento contiene los siguientes términos y definiciones:

**EPP:** Equipos de Protección Personal

**INEN:** Servicio Ecuatoriano de Normalización

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**SAE:** Sociedad de Ingenieros Automotrices

**ECU:** Unidad de Control de Motor

**ICE:** Motor de Combustión Interna

**E-REV:** Vehículo de rango extendido

**EV:** Vehículo eléctrico

**HEV:** Vehículo Eléctrico híbridos

**PHEV:** Híbridos enchufable

**ASTM:** Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales

**IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional

**NTE:** Normativa Técnica Ecuatoriana

**RTE:** Reglamento Técnica Ecuatoriana

**NTP:** Notas Técnicas de Prevención

**ANSI:** Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

**NFPA:** Asociación Nacional de Protección contra el Fuego

**Dieléctrico:** Material el cual es un mal conductor de la electricidad

**Riesgo eléctrico:** Posible contacto del cuerpo con la corriente eléctrica.

## **REQUISITOS**

### **Clasificación de los vehículos híbridos y eléctricos según SAE**

**Microhíbridos ICE:** En lugar de un motor de arranque cuenta con un motor eléctrico, en este tipo de vehículos la batería de 12V recibe ayuda de la batería de 48V para alimentar los sistemas eléctricos y auxiliares.

**Híbridos medio HEV:** El motor eléctrico se encarga de proporcionar el primer impulso al automotor, este suele alcanzar una potencia de 60kW reduciendo el consumo de combustible.

**Híbridos completos HEV:** Cuenta con un motor de combustión interna y un motor eléctrico. Cuando el ICE y el motor eléctrico están conectados en serie, ocurre que solo el motor eléctrico brinda la propulsión necesaria a las ruedas; por lo tanto, cuando el ICE y el motor eléctrico está conectado en paralelo, ocurre que tanto el motor eléctrico y el ICE trabajan juntas para entregar la potencia de propulsión a las ruedas.

**Híbridos enchufables PHEV:** Trabaja con corriente eléctrica por pocos kilómetros para luego dar paso al motor de combustión interna, pueden ser recargados en los tomacorrientes del hogar. El rango de recorrido de este vehículo es de 15 a 70 km, en función de la capacidad de la batería, por ejemplo, el rango nominal de este vehículo bordea los 125kW.

**Eléctricos de rango extendido E-REV:** Son conocidos de esta forma ya que siempre poseen combustible que se puede utilizar para conducir el vehículo por una distancia prolongada. Gracias a poseer con un paquete de baterías beneficia a una recarga más rápida por medio del frenado regenerativo.

**Eléctricos EV:** Trabaja gracias a una batería o una pila de combustible que proporciona la energía para impulsar el motor eléctrico obteniendo rangos de autonomía de 35 a 100 km por carga completa.

### **Requisitos de seguridad con la batería de alta tensión**

Los requisitos presentados a continuación indican los criterios de funcionamiento de una batería de alta tensión de un vehículo híbrido y eléctrico.

### **Límite de voltaje en el sistema de alta tensión**

Un vehículo híbrido o eléctrico posee una batería de alta tensión que independientemente de la marca o modelo posee un valor aproximado de 200 V DC. Al entrar en funcionamiento el vehículo, la tensión se eleva hasta 500 V AC aproximadamente mediante los cables de alta tensión de color naranja.

### **Riesgos con la batería de alta tensión**

#### **Riesgo de descargas eléctricas**

Se presenta cuando el técnico operario entra en contacto con los cables de alta tensión o la batería. En el caso de accidentes o choques, el vehículo puede estar energizado debido al contacto directo entre los cables de alta tensión y la estructura del vehículo.

## **Riesgos de Incendio**

El derrame de fluidos en una batería de alta tensión se produce debido al aumento de temperatura en la batería lo que provoca una reacción química que libera gases o fluidos tóxicos para la salud.

## **Riesgo de derrame de fluidos**

El derrame de fluidos en una batería de alta tensión se produce debido al aumento de temperatura en la batería lo que provoca una reacción química que libera gases o fluidos tóxicos para la salud.

## **Requisitos del Equipo de Protección Personal**

En el siguiente apartado se especifican los requisitos del equipo de protección personal para la manipulación de la batería de alta tensión, ya sea en un taller o en un accidente de tránsito de vehículos híbridos y eléctricos.

**Guantes dieléctricos:** Guantes aislante de caucho, dividida en clases por lo general se encuentran la clase 0 capaz de soportar tensiones de 1,500V en CC y 1,000V en CA, fabricadas bajo las normas UNEN EN 60903:2005 y certificadas por OSHA.

**Calzado de seguridad:** De igual manera se encuentra dividida en clases, la más común la clase 0, resistente a tensiones de 18,000V. Estandarizada bajo las normas EN 50321-2018 o también ASTM 1117.

**Casco dieléctrico:** Este elemento ayuda a reducir el contacto eléctrico directo, por lo general se usa el casco de clase E tipo II ya que este es capaz de soportar 20,000V.

**Ropa multigrada:** Utilizada para la protección de riesgos térmicos resistente al calor. Fabricada bajo las normas NFPA 70E CAT1.

## **Requisitos de las herramientas**

A continuación, se presentan los requisitos mínimos de las herramientas y las normas establecidas. El uso correcto de estas herramientas se especifica en la norma ISO 6469-2009.

**Bastón de rescate:** Herramienta fabricada de fibra de vidrio y poliéster, capaz de soportar 45,000V, según la norma ASTM F711.

**Juego de herramientas aisladas:** cuentan con un mango aislado fabricado con goma resistente a descargas eléctricas, soportan tensiones de 1,000V en CC y 500 en AC. Fabricada bajo la norma IEC 60900.

**Manta dieléctrica:** Elaborado con material de caucho sintético tipo II teniendo la capacidad de soportar 1,000V, según la norma ATM F2320 además de la ICE 61111.

**Alicates aislados:** Tiene la capacidad de soportar 1,000V AC y 1,500V DC de igual forma cuenta con un mango aislante. la cual está enumerada según la norma EN 60900.

**Multímetro:** El trabajo con estos equipos debe ser de acuerdo con la norma vigente europea la cual hace mención para los dispositivos y accesorios de medición, automatización y equipos de laboratorio, la EN 61010-1.

Las mediciones se las puede realizar para la capacidad, corriente AC, Corriente (con abrazaderas de corriente), de continuidad, de corriente DC, de temperatura, frecuencia, Resistencia (2 hilos), Resistencia (4 hilos), resistencia de aislamiento, tensión AC, tensión DC.

## **DISPOSICIONES GENERALES**

Los equipos de protección personal y herramientas deberán estar certificadas bajo su normativa correspondiente. Además, el procedimiento de evaluación de la batería de alta

tensión de un vehículo híbrido y eléctrico se realiza bajo las disposiciones de la norma ISO 178401:2022 y las consideraciones de seguridad presentadas en la norma ISO 6469.

## **MÉTODOS DE ENSAYO**

Los métodos de ensayo incluyen el procedimiento del análisis de la batería de alta tensión. Se presenta el procedimiento en un taller y en un accidente de tránsito o choque.

El equipo de protección personal debe cumplir con las especificaciones que dispone la norma

### **Ensayo en taller**

El ensayo en taller involucra solo el procedimiento de desconexión de la batería de alta tensión para su respectivo mantenimiento. Crear un perímetro de trabajo con la respectiva señalización indicando riesgo eléctrico.

### **Des energización**

Crear un perímetro de trabajo con la respectiva señalización indicando riesgo eléctrico.

El técnico operativo deberá tomar en cuenta un riesgo eléctrico. Para ello será necesario colocarse el equipo de protección personal contra descargas eléctricas. Según la norma ISO 6469-3.

Un vehículo híbrido o eléctrico puede ser des energizado al desconectar la batería de 12V y posterior retirando el jumper de seguridad.

El tiempo que tarda la batería de alta tensión en des energizarse dependerá de las especificaciones del fabricante.

## **Ensayo de tensión**

El ensayo de tensión sirve para verificar el estado de la batería de alta tensión. Para ello, la prueba debe realizarse con un multímetro fabricado bajo la norma IEC 61010.

El desmontaje de la batería de alta tensión se debe realizar con las herramientas especificadas en la sección 4XX.

El técnico operario debe colocarse el equipo de protección personal.

Para manipular el sistema de alta tensión y evitar descargas eléctricas se deberá colocar los guantes dieléctricos.

La medición de tensión se realiza por cada módulo del paquete de la batería con el multímetro mencionado en esta sección.

Para reconectar la batería de alta tensión se deberá conectar el jumper de seguridad en su lugar y posterior la batería de 12V.

## **Ensayo en caso de accidente**

El procedimiento de rescate de vehículos híbridos y eléctricos está dispuesto en la norma ISO 17840 la cual contiene el proceso a seguir por parte de los rescatistas.

Ocurrido el accidente se considerará desde un principio que el vehículo se encuentra energizado con alta tensión.

El personal de rescate deberá colocarse el equipo de protección personal mencionado en la sección 4xxx.

Se debe crear un perímetro de seguridad.

Se deberá realizar una inspección visual para verificar la marca y modelo del vehículo.

Revisar las hojas de rescate proporcionadas por el fabricante para ubicar los componentes del sistema de alta tensión.

Antes de manipular cualquier parte del vehículo se deberá medir la tensión residual con un medidor diseñado bajo la norma UNE-EN IEC 615576:2021.

Para realizar labores de rescate de los ocupantes de vehículo se deberá desactivar la energía eléctrica.

Para realizar cortes en la estructura se debe seguir las hojas de rescate o la norma ISO 178401:2022 la cual indica los puntos que no involucran componentes del sistema de alta tensión.

Para remolcar el vehículo se debe evitar que las ruedas giren ya que puede energizar de nuevo el sistema.

El vehículo debe ser remolcado con una plataforma para llevarlo hacia el taller.

Llegado al taller, el vehículo debe ser resguardado algunos días según lo indica la norma ISO 178401:2022 debido a que la batería de alta tensión puede reaccionar después de un tiempo.

### **Evaluación de la batería de alta tensión**

En caso de incendio de la batería de alta tensión no se debe utilizar agua para extinguir. En este caso se utiliza un existente de clase ABC certificado bajo la norma UNE-EN 3-

7:2004/A1:2008 y UNE-EN 3-10:2010. Otra opción es dejar que la batería de alta tensión se consuma por completo.

Si existe fuga de fluidos o gases provenientes de la batería de alta tensión se deberá manipular con cuidado ya que pueden ser tóxicos. Su almacenamiento debe ser en un lugar seguro según la norma ISO 178401:2022.

En caso de inmersión del vehículo en el agua, la extracción es segura. Gracias a los sensores de inmersión, desenergizan y cortan la energía de la batería de alta tensión. El anclaje debe colocarse según lo indique las hojas de rescate.

## **REFERENCIAS NORMATIVAS**

En este documento se presentan las normas internacionales que refieren a la seguridad en vehículos híbridos y eléctricos.

ISO 6469-3: Vehículos de carretera propulsados eléctricamente- Especificaciones de seguridad- Parte 3: Protección de personas contra descargas eléctricas.

NTC-ISO 6469-4: Vehículos de carretera propulsados eléctricamente- Especificaciones de seguridad- Parte 4: Seguridad eléctrica después de un choque

FMVSS 305: Vehículos eléctricos- Protección contra derrames de electrolitos y descargas eléctricas en vehículos.

ISO 12405-4:2008: Electrically propelled road vehicles — Test specification for lithium-ion traction battery packs and systems — Part 4: Performance testing.

ISO 178401:2022: Road vehicles — Information for first and second responders — Part 1: Rescue sheet for passenger cars and light commercial vehicles.

IEC 61010: Seguridad de los equipos de laboratorio.

UNE-EN IEC 62660-3:2022: Elementos secundarios de ion-litio para la propulsión de vehículos eléctricos de carretera. Parte 3: Requisitos de seguridad.

ISO/TR 8713: Electrically propelled road vehicles- Vocabulary.

UNEN EN 60903:2005: Trabajos en tensión. Guantes de material aislante.

ASTM F1117: Especificación estándar para calzado dieléctrico

NFPA 70E CAT1: Requirements for Arc Flash Electrical Safety Clothing

ASTM F711: Standard Specification for Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Rod and Tube Used in Live Line Tools

IEC 60900: Trabajos en tensión. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1 000 V en corriente alterna y 1,500 V en corriente continua.

ICE 61111: Tapete de seguridad eléctrica case 2 17,000V.

EN 60900: Trabajos en tensión. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1 000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua.

EN61010: Norma como soporte a la hora de escoger el equipamiento de medición automotriz.