

Diseño de un Protocolo Bajo Especificaciones Técnicas y de Seguridad para Habilitación al Tren de Potencia de Vehículos Eléctricos e Híbridos para la Empresa TecniRacer Bga. Bajo la Norma Técnica Aplicable.

Daniel Mauricio Palacio Cortes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Ingeniería Automotriz.

Director

Sergio Andrés Gómez Suárez

Ingeniero Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Físico Mecánica

Escuela de Ingeniería Mecánica

Especialización en Ingeniería Automotriz

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

A mis padres Omar Daniel y Martha Isabel que han estado allí acompañándome en todo mi proceso de formación y que con sus palabras, guía y fortaleza sembraron en mi la base para mi desarrollo personal y profesional.

A mi esposa Laura quien con su amor incondicional, sabiduría y hermoso corazón me inspira a seguir avanzando.

A mi hijo Juan Diego quien es mi motor, mi más grande y valioso proyecto para quien espero ser un excelente padre.

Les debo todo y agradezco infinitamente.

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en la realización de este proyecto como lo es el profe Sergio quien siempre me ha brindado su apoyo y consejo en mi proceso de formación profesional y mis compañeros de trabajo entre cuerpo técnico y administrativo con quienes comparto día a día los retos de la industria automotriz.

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Objetivos .....	15
1.1 Objetivo General .....	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. Marco Normativo.....	16
2.1 GTC 335 de 2021 Capitulo 7 .....	16
2.2 Resolución 5018 del 2019 articulo 2 .....	16
2.3 Resolución 40117 del 2024.....	16
2.4 Real Decreto 109 del 2022.....	17
2.5 Resolución 312 del 2019 Capitulo 1 Estándares mínimos para empresas apartados 6 y 7 ....	17
2.6 NTC 5771 del 2010.....	17
2.7 NTC 5424 del 2004 Capitulo 4 apartado 4.2 .....	17
3. Comportamiento del Mercado Automotriz en Relación con la Movilidad Sostenible en Colombia y Santander.....	17
4. Sistemas de Propulsión Eléctricos e Híbridos. ....	19
4.1 Vehículo Eléctrico (VE). ....	20
4.2 Vehículo Eléctrico Híbrido (HEV) .....	20
4.3 Vehículo Híbrido Enchufable (PHEV) .....	21
4.4 Vehículo de Celda de Combustible (FCV).....	22
4.5 Vehículo de Celda de Combustible Enchufable .....	23

HABILITACIÓN A TREN DE POTENCIA BEV Y HEV	5
5. Componentes básicos de los sistemas de propulsión eléctrica e híbrida .....	23
5.1 Motor Eléctrico .....	23
5.2 Paquete de Baterías .....	24
5.3 Inversor de Energía .....	25
5.4 Conector de Carga.....	26
6. Alta tensión y Daños Potenciales.....	26
6.1 Código de Colores según Tensión Nominal .....	28
7. Seguridad y Salud en el Trabajo .....	29
7.1 Elementos de Protección Individual, Colectiva y Herramientas de Seguridad .....	29
7.2 Análisis de Riesgos .....	30
7.3 Señalización de Seguridad .....	31
7.4 Certificación o Competencia.....	32
8. Procedimiento de Habilitación sen Sistemas de Alta Tensión.....	33
8.1 Análisis de Riegos Eléctrico y Trabajo Seguro .....	34
8.1.1 Matriz de Riesgos .....	35
8.1.2 Medidas de Protección.....	35
8.1.2.1 Formato Trabajo Seguro. ....	36
8.1.2.2 Elementos de Protección Individual y Colectiva.....	37
8.1.2.3 Señalización y área de trabajo.....	39
8.2 Procedimiento de Habilitación Sistemas de Alta Tensión.....	41
8.2.1 Diligenciamiento Orden de Servicio.....	41
8.2.2 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica -Individualización.....	43
8.2.3 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica Corte de Corriente (Voltaje).....	45

HABILITACIÓN A TREN DE POTENCIA BEV Y HEV	6
8.2.4 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica Aseguramiento .....	45
8.2.5 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica.....	45
8.2.6 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica.....	46
9. Conclusiones.....	46
10. Recomendaciones .....	47
Referencias Bibliográficas .....	48

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Tiempos de exposición y consecuencias.</i> .....	27
Tabla 2. <i>Rango de tensión nominal en alterno y continuo.</i> .....	27
Tabla 3. <i>Código de colores para conductores C.A.</i> .....	28
Tabla 4. <i>Código de colores para conductores C.D.</i> .....	28
Tabla 5. <i>Análisis de riesgo</i> .....	31
Tabla 6. <i>Clasificación y colores para las señales de seguridad</i> .....	32
Tabla 7. <i>Factores de riesgo</i> .....	34
Tabla 8. <i>Análisis de riesgos según especificaciones técnicas.</i> .....	35
Tabla 9. <i>Elementos de protección individual y colectiva</i> .....	38
Tabla 10. <i>Elementos de protección individual y colectiva</i> .....	39

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Comportamiento del mercado automotriz asociado a la movilidad sostenible en Colombia</i> .....	18
Figura 2. <i>Comportamiento del mercado automotriz asociado a la movilidad sostenible en Colombia</i> .....	19
Figura 3. <i>Vehículo eléctrico</i> .....	20
Figura 4. <i>Vehículo híbrido convencional</i> .....	21
Figura 5. <i>Vehículo híbrido enchufable</i> .....	22
Figura 6. <i>Vehículo con celda de combustible</i> .....	22
Figura 7. <i>Vehículo con celda de combustible enchufable</i> .....	23
Figura 8. <i>Motor eléctrico</i> .....	24
Figura 9. <i>Paquete de baterías</i> .....	25
Figura 10. <i>Inversor de potencia</i> .....	25
Figura 11. <i>Acoplador de carga</i> .....	26
Figura 12. <i>Cables de alta tensión</i> .....	29
Figura 13. <i>Categorías en certificación</i> .....	33
Figura 14. <i>Formato control y análisis de trabajo seguro</i> .....	36
Figura 15. <i>Demarcación y delimitación de área</i> .....	41
Figura 16. <i>Formato Orden de servicio</i> .....	42
Figura 17. <i>Aspectos generales</i> .....	44
Figura 18. <i>Desconexión de batería</i> .....	44

Figura 19. *Montaje de conector* ..... 45

Figura 20. *Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica* ..... 46

### **Glosario**

Entrada: Retie: reglamento técnico de instalaciones eléctricas la cual establece los lineamientos requeridos para minimizar los riesgos de origen eléctrico.

Entrada: NTC: Norma Técnica Colombiana o conjunto de estándares establecidos para implementación voluntaria u obligatoria según su campo de aplicación.

Entrada: SAE: Society of Automotive Engineers, es una asociación profesional para ingenieros y técnicos que aportan a la industria automotriz, aeroespacial y de vehículos comerciales que a su vez desarrolla normas técnicas las cuales son ampliamente utilizadas en las industrias.

Entrada: SGSST: sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo el cual es un conjunto de directrices orientadas a reducir los accidentes laborales.

Entrada: GTC: guía técnica colombiana.

## Resumen

**Título:** Diseño de un Protocolo Bajo Especificaciones Técnicas y de Seguridad para Habilitación al Tren de Potencia de Vehículos Eléctricos e Híbridos para la Empresa TecniRacer Bga. Bajo la Norma Técnica Aplicable.\*

**Autor:** Daniel Mauricio Palacio Cortes\*\*

**Palabras Clave:** Norma técnica, tensión, seguridad, protocolo, habilitación.

**Descripción:** El diseño de este protocolo tiene como finalidad establecer las condiciones mínimas operativas y de seguridad para la habilitación y posterior mantenimiento del tren de potencia de vehículos eléctricos e híbridos en la empresa TecniRacer ubicada en la ciudad de Bucaramanga, adoptando las normativas técnicas vigentes. Este protocolo será una guía esencial para asegurar que todos los procesos relacionados con el tren de potencia de estos vehículos se desarrollen conforme a los estándares de calidad y seguridad establecidos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingeniería Físico Mecánica. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Ingeniería Automotriz. Sergio Andrés Gómez Suárez, Ingeniero Industrial

**Abstract**

**Title:** Design of a Protocol Under Technical and Safety Specifications for Authorization of the Power Train of Electric and Hybrid Vehicles for the Company TecniRacer Bga. Under the Applicable Technical Standard.\*

**Author(s):** Daniel Mauricio Palacio Cortes\*\*

**Key Words:** Technical standard, voltage, safety, protocol, authorization.

**Description:** The purpose of this protocol is to establish the minimum operating and safety conditions for the enabling and subsequent maintenance of the power train of electric and hybrid vehicles at the TecniRacer company located in the city of Bucaramanga, adopting the current technical regulations. This protocol will be an essential guide to ensure that all processes related to the power train of these vehicles are developed in accordance with the established quality and safety standards.

---

\* Thesis

\*\* Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Specialization in Automotive Engineering. Sergio Andrés Gómez Suárez, Industrial Engineer

## **Introducción**

En los últimos años, la industria automotriz ha experimentado una transformación significativa debido a la creciente demanda de vehículos eléctricos e híbridos. Estos avances tecnológicos han sido impulsados por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia de los combustibles fósiles, así como por el deseo de aprovechar fuentes de energía más sostenibles y eficientes. En este contexto, la empresa TecniRacer Bga ha decidido posicionarse a la vanguardia de esta transición adoptando y perfeccionando procedimientos técnicos requeridos a fin de garantizar la prestación del servicio de mantenimiento salvaguardando la integridad del factor humano y el vehículo.

El tren de potencia, que incluye componentes críticos como el motor eléctrico, la batería de alta tensión, el sistema de transmisión y los sistemas de enfriamiento, es el corazón de estos vehículos. Su correcta habilitación y mantenimiento son esenciales para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad del vehículo. Sin embargo, la complejidad técnica y los altos estándares de seguridad asociados con estos componentes requieren la implementación de protocolos específicos y rigurosos, que deben alinearse con las normativas técnicas nacionales e internacionales.

Este proyecto de grado se enfoca en el diseño de un protocolo bajo especificaciones técnicas y de seguridad para la habilitación del tren de potencia de vehículos eléctricos e híbridos en TecniRacer Bga, conforme a la norma técnica aplicable. La elaboración de este protocolo no solo tiene como objetivo garantizar el cumplimiento de los requisitos normativos y de seguridad, sino también optimizar los procesos internos de la empresa, mejorar la capacitación del personal técnico y asegurar la calidad y confiabilidad de los servicios prestados.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizará una exhaustiva revisión de las normas técnicas y de seguridad pertinentes, incluyendo las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y las directrices establecidas por la Society of Automotive Engineers (SAE). Además, se identificarán y evaluarán los riesgos asociados con la manipulación y mantenimiento de los componentes del tren de potencia, desarrollando medidas de mitigación adecuadas. El protocolo resultante será sometido a pruebas piloto y revisiones continuas para asegurar su efectividad y adaptabilidad a los avances tecnológicos y cambios normativos.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Diseñar un protocolo bajo especificaciones técnicas y de seguridad para habilitación al tren de potencia de vehículos eléctricos e híbridos para la empresa TecniRacer Bga.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Identificar los riesgos asociados en cuanto las actividades de mantenimiento requeridas en los vehículos eléctricos e híbridos.

Evaluar la seguridad del vehículo y del entorno laboral de acuerdo con los requisitos técnicos y normativa vigente.

Diseñar los protocolos adecuados en cuanto a la habilitación del tren de potencia tanto de vehículos eléctricos como híbridos.

## **2. Marco Normativo**

En Colombia se tienen contemplados un conjunto de normas técnicas, resoluciones y decretos, entre otros, que brindan los lineamientos técnicos y de seguridad para el desarrollo de actividades que impliquen riesgos asociados a trabajos en sistemas de alta tensión en la industria y el sector automotriz entre los cuales encontramos:

### **2.1 GTC 335 de 2021 Capítulo 7**

En ella establece la responsabilidad por parte del fabricante de vehículos eléctricos en cuanto a la recopilación de información relacionada con el servicio de mantenimiento y algunos aspectos mínimos a tener presente tales como, propiedades químicas y físicas de los materiales, acciones a seguir en cuanto a la ocurrencia de una falla eléctrica, herramientas de mantenimiento, metodologías y procedimientos para operaciones y programas sugeridos o requeridos.

### **2.2 Resolución 5018 del 2019 artículo 2**

Expide los lineamientos en seguridad y salud en el trabajo mínimos a considerar en el desarrollo de actividades económicas que involucren peligros eléctricos no solo en distribución y comercialización de energía sino también intervenciones, montajes, entre otras actividades.

### **2.3 Resolución 40117 del 2024**

Modifica el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE (Resoluciones 18 del 2012) el cual tiene como objeto establecer las medidas necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de la vida animal, vegetal y medio ambiente con actividades que represente riesgo eléctrico.

#### **2.4 Real Decreto 109 del 2022**

Establecido en España, define los parámetros mínimos en formación técnica de toda persona cuya participación en actividades de mantenimiento y de seguridad automotriz represente un riesgo eléctrico, para lo cual debe garantizar su idoneidad con su certificación correspondiente.

#### **2.5 Resolución 312 del 2019 Capítulo 1 Estándares mínimos para empresas apartados 6 y 7**

Define los estándares mínimos en responsabilidad por parte de los empleadores propietarios de empresas con 10 o menos empleados y los soportes requeridos a ante la realización de actividades de identificación de riesgos y control de prevención de estas.

#### **2.6 NTC 5771 del 2010**

En esta norma se brinda los requisitos mínimos para empresas que presten servicio de mantenimiento y reparación automotriz, así como las condiciones especificadas de seguridad, locativas y competencia del personal.

#### **2.7 NTC 5424 del 2004 Capítulo 4 apartado 4.2**

Establece en términos generales una metodología básica para la estimación e identificación de los riesgos que posteriormente serán gestionados en la organización.

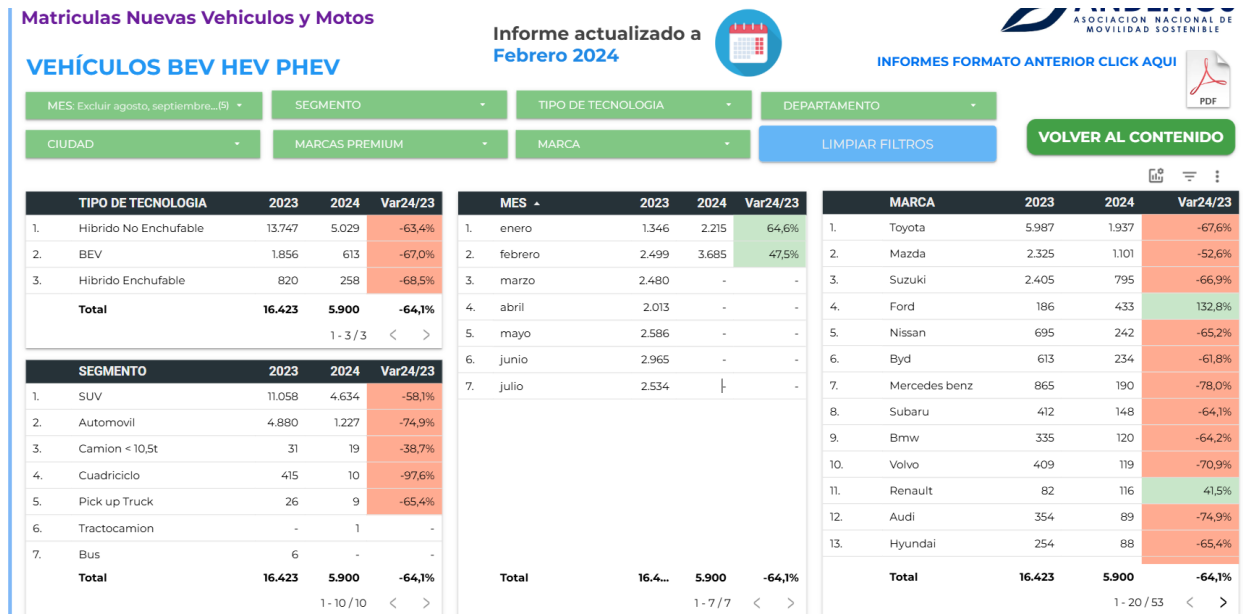
### **3. Comportamiento del Mercado Automotriz en Relación con la Movilidad Sostenible en Colombia y Santander**

Según el último reporte por parte de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS), a julio de 2024 en Colombia el mercado automotriz a tenido un descenso bastante interesante en relación al periodo anterior sin importar que ha sido motivado en gran medida por un conjunto de beneficios e incentivos por parte del gobierno nacional entre los que encontramos reducción de impuestos, descuentos en la adquisición del SOAT (Seguro obligatorio contra

accidentes de tránsito), revisión técnico mecánica y movilidad, reportando así una reducción en sus ventas de un -64.1%.

**Figura 1.**

*Comportamiento del mercado automotriz asociado a la movilidad sostenible en Colombia.*

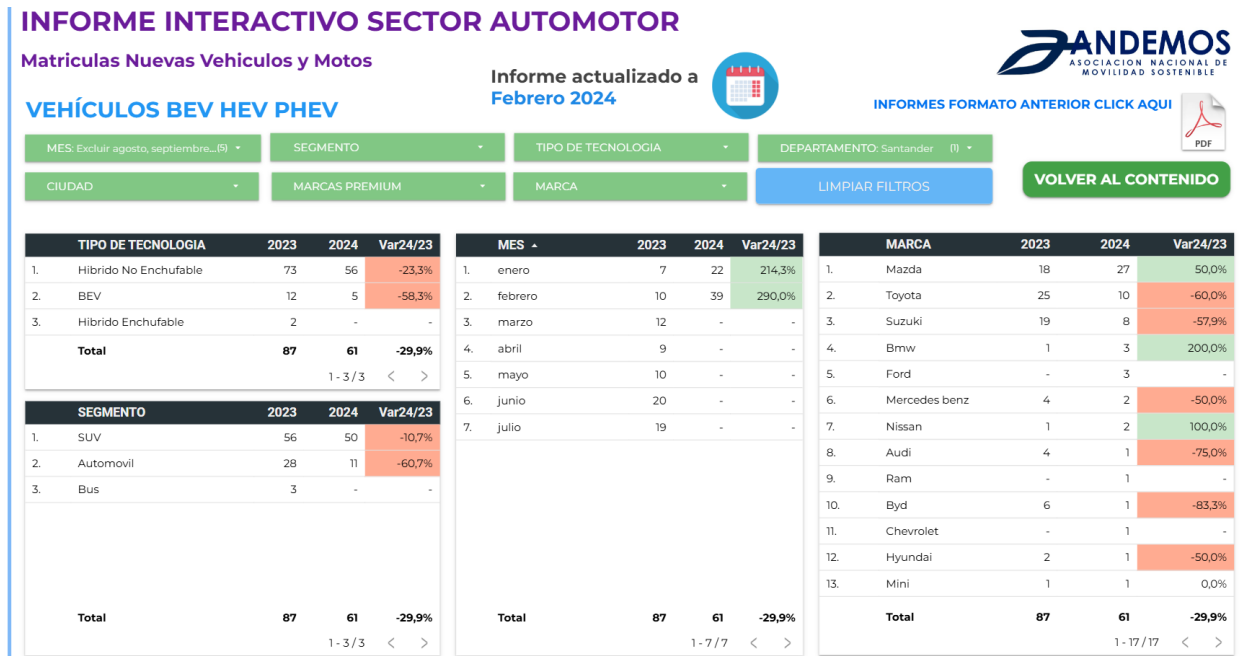


*Nota:* Lookerstudio. Informe interactivo del sector automotor. INFORMES INTERACTIVOS ANDEMOS › Bev Phev Hev 2020 (google.com)

Mas allá del comportamiento del mercado, el área metropolitana de Bucaramanga representa según cifras definidas por la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS) entre el 2023 y 2024, 148 nuevos vehículos entre eléctricos e híbridos que hacen parte del parque automotor y 22.323 unidades cuentan con matrícula vigente y operan por todo el territorio nacional, lo cual demanda un alto grado de compromiso, formación técnica y de seguridad para soportar efectivamente las actividades de mantenimiento requeridas o necesarias que demandan estas nuevas tecnologías.

**Figura 2.**

*Comportamiento del mercado automotriz asociado a la movilidad sostenible en Colombia*



*Nota:* Lookerstudio. Informe interactivo del sector automotor. INFORMES INTERACTIVOS

ANDEMOS › Bev Phev Hev 2020 (google.com)

#### 4. Sistemas de Propulsión Eléctricos e Híbridos.

Según la GTC 335 apartado 1 (Objeto y campo de aplicación) menciona los tipos vehículos que incorporan sistemas de alta tensión (AT) y los clasifica de la siguiente manera:

- VE: Vehículo eléctrico.
- HEV: Vehículo eléctrico híbrido.
- PHEV: Vehículo híbrido enchufable.
- FCV: Vehículos de celda de combustible.
- PFCV: Vehículos de celda de combustible enchufables.

#### 4.1 Vehículo Eléctrico (VE).

En esta categoría encontramos aquellos vehículos que son completamente eléctricos constituidos por un motor o arreglo de motores eléctricos y una configuración de baterías recargables con la red eléctrica que proporcionan la alta tensión correspondiente para garantizar la operación del tren de potencia a alta tensión.

#### Figura 3.

*Vehículo eléctrico.*



*Nota:* Asociación colombiana de ingenieros ACEIM. ¿Por qué es tan costoso un vehículo eléctrico? <https://electricayelectronica.uniandes.edu.co/es/costos-vehiculos-electricos>

#### 4.2 Vehículo Eléctrico Híbrido (HEV)

Los comúnmente conocidos vehículos híbridos no enchufables o simplemente híbridos, cuentan con motor a combustión y generadores los cuales trabajan a manera complementaria con una batería de baja capacidad aportando así a minimizar el consumo del vehículo.

La batería se puede recargar a través del motor a combustión o mediante el proceso de frenado regenerativo.

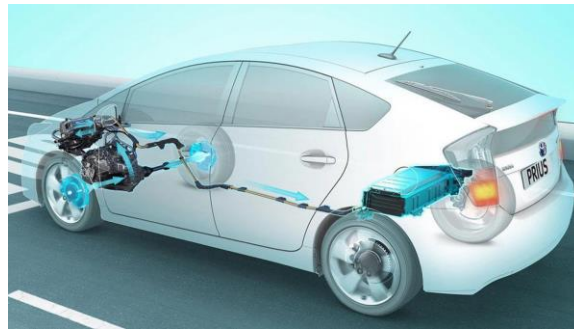
Los HEV categoría mediana cuentan con tecnología Start/Stop, frenado regenerativo y gestión electrónica de potencia a altas velocidades con motor eléctrico. El Motor eléctrico no cuenta con la capacidad para impulsar el vehículo.

Los Vehículos Eléctricos Híbridos Fuertes o Completos (HEV Fuertes o Completos) Cuentan con tecnología Start/Stop, frenado regenerativo, gestión electrónica de potencia con motor

eléctrico, accionamiento motor electrónico para impulso con rendimiento de 1.5 Km aproximadamente.

#### **Figura 4.**

*Vehículo híbrido convencional.*



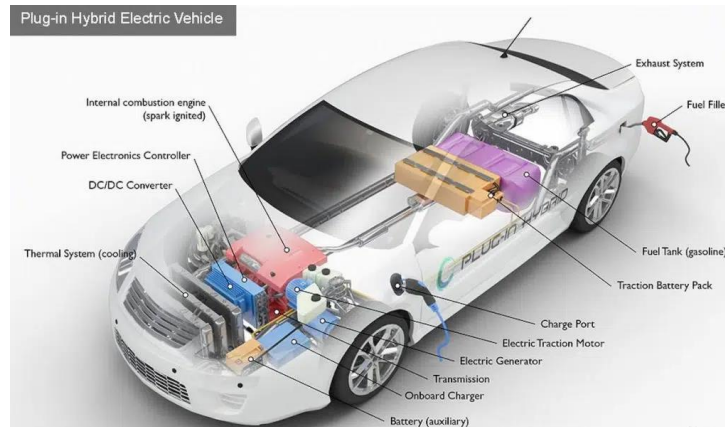
*Nota:* IPROFESIONAL. ¿Qué es un auto híbrido y cuánto cuesta su mantenimiento?  
<https://www.iprofesional.com/autos/352709-que-es-un-auto-hibrido-y-cuanto-cuesta-su-mantenimiento>

### **4.3 Vehículo Híbrido Enchufable (PHEV)**

Son vehículos con de igual manera incorporan un motor a combustión, sin embargo, su conjunto de baterías cuenta con mayor autonomía las cuales cuentan con mayor autonomía y permiten la recarga directa de la red, recarga de motor o frenado regenerativo.

Los PHEV incorporan un motor eléctrico que tiene la capacidad impulsar el vehículo sin embargo este servicio depende de la configuración con la cual cuenta el tren de potencia.

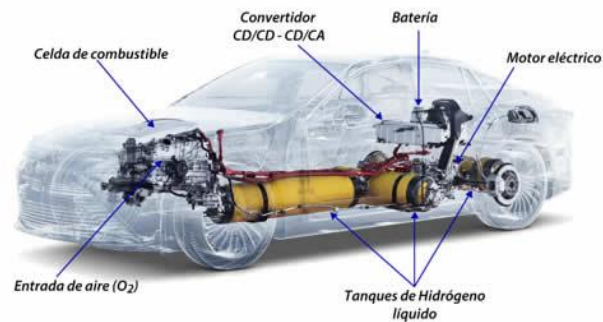
Los Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (HEV Enchufables), Cuentan con sistemas similares a los vehículos híbridos fuertes, pero con autonomías mucho mayores que oscilan entre los 30 y 90 kilómetros dependiendo de las configuraciones de cada fabricante. Un generador impulsado por un motor de combustión a bordo tiene la capacidad de alimentar la batería.

**Figura 5.***Vehículo híbrido enchufable.*

*Nota:* SMART WALLOBOXES. Todo lo que debes saber sobre la recarga de vehículos híbridos enchufables. <https://www.smartwallboxes.com/carga-de-un-coche-hibrido-enchufable/>

**4.4 Vehículo de Celda de Combustible (FCV)**

Dentro de esta categoría encontramos los vehículos que cuentan con pila de combustible los cuales podemos considerarlos de igual manera como completamente eléctricos.

**Figura 6.***Vehículo con celda de combustible.*

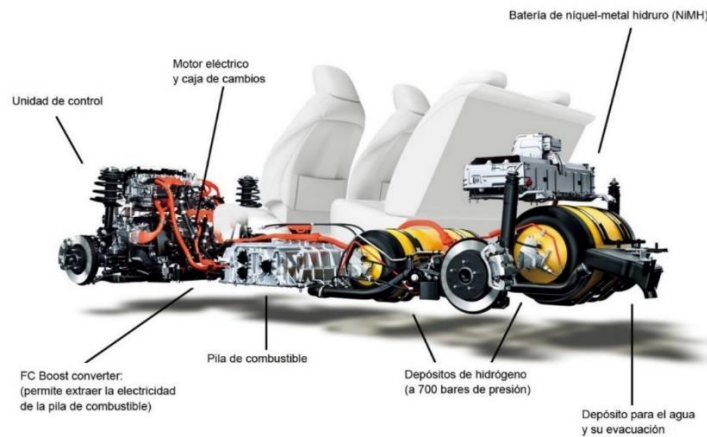
*Nota:* Instituto mexicano de transporte. Celdas de combustible, promesa de un futuro limpio para vehículos eléctricos. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=537&IdBoletin=193>

#### 4.5 Vehículo de Celda de Combustible Enchufable

Dentro de esta categoría encontramos los vehículos que cuentan con pila de combustible, pero a diferencia de la clasificación anterior el arreglo de baterías es recargable con la red eléctrica externa sin embargo igualmente los podemos considerar vehículos completamente eléctricos.

#### Figura 7.

*Vehículo con celda de combustible enchufable.*



*Nota:* XATACA. El coche de hidrógeno VS el coche eléctrico: la competencia por ser la motorización del futuro. <https://www.xataka.com/automovil/el-coche-de-hidrogeno-vs-el-coche-electrico-la-competencia-por-ser-la-motorizacion-del-futuro>

### 5. Componentes básicos de los sistemas de propulsión eléctrica e híbrida

#### 5.1 Motor Eléctrico

En los VE usualmente operando como motor/generador según la configuración del vehículo, es utilizado para dar el impulso correspondiente al vehículo en su condición de motor. Cuando funciona como generador lo hace bajo frenado regenerativo. Según el diseño y la aplicación del vehículo. En los HEV, un motor eléctrico arranca el motor de gasolina.

**Figura 8.**

*Motor eléctrico.*



*Nota:* AUTOBUILD.: ¿Cómo funciona el motor eléctrico?

<https://www.autobild.es/noticias/como-funciona-motor-electrico-186528>

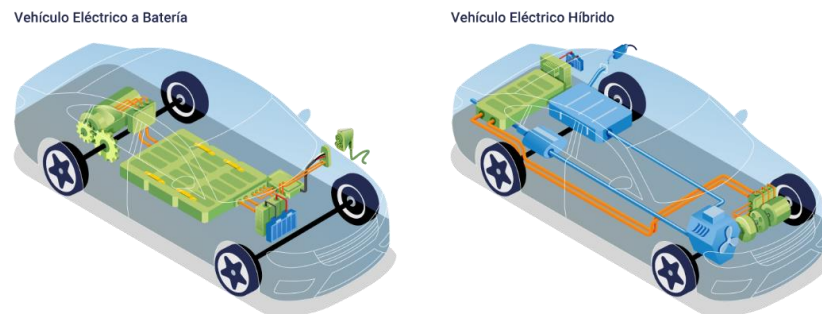
**5.2 Paquete de Baterías**

La batería cumple un papel fundamental en el desarrollo de este tipo de tecnologías puesto que es aquí donde podemos encontrar los mayores retos para el mercado pues es la encargada de almacenar la energía que requiere el motor eléctrico para entrar en funcionamiento.

La batería determina la autonomía del vehículo los cuales por lo general según su configuración cuentan con arreglos en serie o paralelo para la prestación del servicio en especial en la tracción del vehículo. Son baterías muy diferentes a las de 12v sin embargo suministra a través de un convertidor CC-CC la tensión requerida para alimentar los sistemas de baja potencia.

**Figura 9.**

*Paquete de baterías.*



*Nota:* NHTSA EN ESPAÑOL: Vehículos eléctricos e híbridos  
<https://www.autobild.es/noticias/como-funciona-motor-electrico-186528>

**5.3 Inversor de Energía**

Dado que los motores eléctricos requieren para su operación corriente alterna, se necesita de un dispositivo capaz de hacer la conversión correspondiente. El inversor de potencia trabaja de igual manera con los frenos regenerativos.

**Figura 10.**

*Inversor de potencia*



*Nota:* HYE: Nuevos inversores de 800 voltios: más potencia y más autonomía para los coches eléctricos. [https://www.hibridosyelectricos.com/coches/nuevos-inversores-800-voltios-mas-potencia-mas-autonomia-coches-electricos\\_55818\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/coches/nuevos-inversores-800-voltios-mas-potencia-mas-autonomia-coches-electricos_55818_102.html)

## 5.4 Conector de Carga

En los vehículos que requieran alimentación externa se requiere bajo norma técnica un puerto de conexión que facilite el suministro de energía que debe cumplir las especificaciones técnicas de la estándar internacional SAEJ1772.

### Figura 11.

*Acoplador de carga.*



*Nota:* BIZLINK: Acoplador de carga de nivel 2 de CA SAE J1772.  
<https://www.bizlinktech.com/products/detail/1166/SAE+J1772+AC+Level+2+Charging+Coupler>

## 6. Alta tensión y Daños Potenciales

La intensidad de corriente a través del cuerpo humano y según los tiempos de exposición a la misma traen consigo una serie de afectaciones que pueden ir desde trastornos graves, quemaduras, desorden neurológico e incluso hasta la muerte y si no se tienen presente los riesgos asociados en estos trabajos se puede limitar el desarrollo de un plan de acción adecuado lo que conlleva a pasar por alto todo el conjunto de variables a fin de evitar accidentes por manipulación de sistemas de alta tensión.

**Tabla 1.***Tiempos de exposición y consecuencias.*

<b>Distinguimos cuatro márgenes de intensidad o ... 25 ... 80 .5000... (valores en mA)</b>			
Margen	intensidad (corriente alterna) en mA	Efectos	Consecuencias
1	2 hasta 25	Ligero cosquilleo Entumecimiento calambres musculares. Aumento de la presión sanguínea.	Susto con movimientos incontrolados "Ya no puede uno soltarse" Paralización de la respiración, a veces pérdida del conocimiento.
2	25 hasta 80	Convulsiones del estómago y fuertes calambres musculares - Fibrilación ventricular al cabo de un tiempo.	Náuseas. Rotura de huesos debidas a contracciones. Falla la circulación de la sangre. Falta de oxígeno en el cerebro al cabo de 4 minutos. Muerte de las células del cerebro.
3	80 hasta 5000	Fibrilación ventricular al cabo de 0,1 s.	Paro cardiaco y muerte.
4	Quemaduras graves, más de 5000 frecuentemente paro cardiaco, en general, no provoca fibrilación ventricular.		Muerte debido a quemaduras, a menudo al cabo de días o semanas.

*Nota:* Electro Industria: Los peligros de la corriente eléctrica.

<https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1115>

**Tabla 2.***Rango de tensión nominal en alterno y continuo.*

Dominio	Tensión nominal en alterno	Tensión nominal en continuo
TBT (Muy baja tensión)	$V_n \leq 50V$	$V_n \leq 120V$
BT (Baja tensión)	$V_n \leq 1000V$	$120 < V_n \leq 1500V$
HTA (Alta Tensión A)	$1000V < V_n \leq 50000V$	$1500V < V_n \leq 75\ 000V$
HTB (Alta Tensión B)	$V_n > 50000V$	$V_n > 75000V$

*Nota:* Elaboración propia

### 6.1 Código de Colores según Tensión Nominal

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de las tensiones y tipos de sistemas utilizados, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia establecido en las Tablas 3.5 y 3.6 según corresponda (Ministerio de Minas y Energía, 2012).

**Tabla 3.**

*Código de colores para conductores C.A*

Sistema c.a.	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY
Tensión nominal (voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/277	480 - 440	Más de 1000 V	Más de 1000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Negro	Negro Rojo/	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	No Aplica
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

**Tabla 4.**

*Código de colores para conductores C.D*

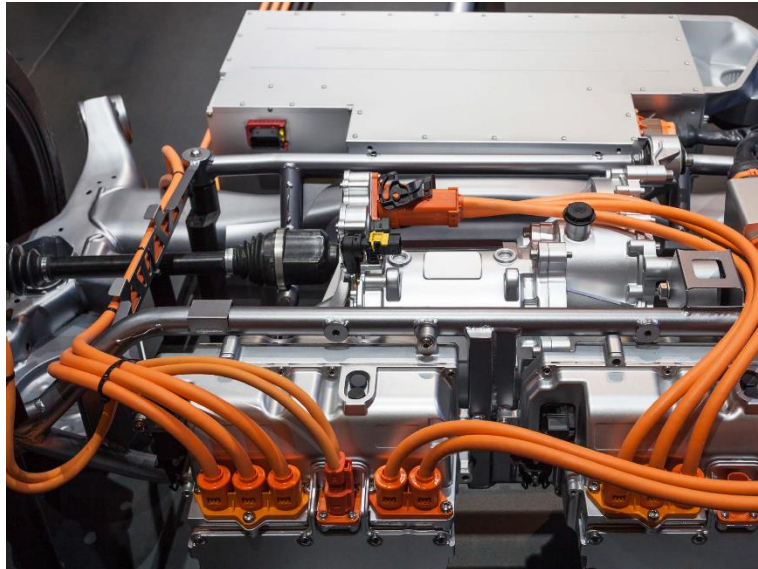
Sistema c.c.	TN-S	TN-S	TN-C	TN-C	T-T	T-T
Tensión nominal [V]	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125
Conductor positivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Conductor negativo	Blanco	Azul	Blanco	Azul	Blanco	Azul
Conductor medio	No aplica	Blanco	No aplica	Blanco	No aplica	Blanco
Tierra de protección	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

*Nota:* Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE: Simbología y señalización.

<https://www.minenergia.gov.co/documents/9024/9703.pdf>

**Figura 12.**

*Cables de alta tensión*



*Nota:* México Industri: Mercado de autos eléctricos requiere uso de cables de energía de alto voltaje. <https://mexicoindustry.com/noticia/mercado-de-autos-electricos-requiere-uso-de-cables-de-energia-de-alto-voltaje>

## **7. Seguridad y Salud en el Trabajo**

### **7.1 Elementos de Protección Individual, Colectiva y Herramientas de Seguridad**

Según lo especifica los lineamientos técnicos de la resolución 5018 del 2019, Las empresas que realicen trabajos en el sector eléctrico de acuerdo con la matriz de identificación de peligros, valoración y evaluación del riesgo, deben suministrar oportunamente a sus trabajadores y de conformidad a la labor, elementos y equipos de seguridad, requerido para la ejecución de los trabajos, así como la reposición de estos cuando por su deterioro o pérdida sea requerido (Ministerio del Trabajo, 2024).

Se deberá tener en cuenta:

- Se debe tener presente que las prendas deben ser fabricadas en algodón y no deben contar con elementos metálicos.
- Según los requerimientos normativos, se deberá realizar un análisis de riesgo por exposición a arco eléctrico sin importar el nivel de tensión de trabajo, partiendo de ello se determinará los elementos de protección mas adecuados a utilizar.
- Todo elemento de protección debe cumplir los lineamientos expuestos en la norma NFPA 70E soportando dicha elección con el análisis de riesgo asociado al riesgo correspondiente.
- Sera responsabilidad de la empresa capacitar al personal técnico en cuando a los cuidados, usos, almacenamiento e inspección de los elementos de protección.
- Por seguridad ningún trabajador puede empezar labores hasta tanto no cuente con los elementos de seguridad requeridos así que la empresa deberá contar con el proceso correspondiente para seguimiento y control.
- Como es obligación de los trabajadores hacer la inspección correspondiente de los elementos de protección necesarios para la actividad, también es responsabilidad de ellos el reporte y solicitar cambio requerido.
- Cada una de las actividades que representen riesgo eléctrico debe contar con un kit de de bloqueo de sistema y etiqueta correspondiente (Ministerio del Trabajo, 2024)..

## **7.2 Análisis de Riesgos**

Artículo 3. Estándares Mínimos para empresas, empleadores y contratantes con diez (10) o menos trabajadores. Las empresas, empleadores y contratantes con diez (10) o menos trabajadores clasificados con riesgo I, II ó III deben cumplir con los siguientes Estándares Mínimos, con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores (Capítulo 1) (Ministerio del Trabajo, 2024) .

**Tabla 5.***Análisis de riesgo*

Evaluaciones médicas ocupacionales	Realizar las evaluaciones médicas ocupacionales de acuerdo con la normatividad y los peligros/riesgos a los cuales se encuentre expuesto el trabajador.	Conceptos emitidos por el médico evaluador en el cual informe recomendaciones y restricciones laborales.
Identificación de peligros; evaluación y valoración de riesgos	Realizar la identificación de peligros y la evaluación y valoración de los riesgos con el acompañamiento de la ARL.	Solicitar documento con la identificación de peligros; evaluación y valoración de los riesgos. Constancia de acompañamiento de la ARL – acta de visita ARL.
Medidas de prevención y control frente a peligros/riesgos identificados	Ejecutar las actividades de prevención y control de peligros y/o riesgos, con base en el resultado de la identificación de peligros, la evaluación y valoración de los riesgos.	Solicitar documento soporte con acciones ejecutadas

*Nota:* Resolución 0312 de 2019: Estándares mínimos para empresas, empleadores y contratantes con diez (10) o menos trabajadores. <https://safetya.co/normatividad/resolucion-0312-de-2019/#a3>

**7.3 Señalización de Seguridad**

Tenemos presente que, los requisitos para la señalización correspondiente fueron extraídos de las siguientes normas IEC 60617, NTC 1461, ISO 80416-1, ANSI Z535 e ISO 3864 y que son conceptos de uso obligatorio para lo cual el responsable debe garantizar su control. El idioma empleado debe ser castellano y su ubicación debe ser en puntos previamente seleccionados que brinden la mayor visibilidad posible (Ministro de Minas y Energía, Abril de 2024).

Para efectos prácticos de la actividad el siguiente recuadro relaciona una breve clasificación de los códigos de colores empleados para la señalización.

**Tabla 6.***Clasificación y colores para las señales de seguridad*

Tipo de señal de seguridad	Forma geométrica	COLOR			
		Pictograma	Color	Borde	Banda
Advertencia y precaución	Triangular	Negro	Amarillo	Negro	---
Prohibición	Redonda	Negro	Blanco	Rojo	Rojo
Obligación	Redonda	Blanco	Azul	Blanco o	---
				Azul	
Información contra incendios	Rectangular o cuadrada	Blanco	Rojo	---	---
Salvamento o socorro	Rectangular o cuadrada	Blanco	Verde	Blanco o	---
				Verde	

*Nota:* Resolución número 4 0 1 1 7 de (02 abr 2024) Artículo 1.3.3. Señalización de seguridad: Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. [https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n\\_40117\\_de\\_2024.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n_40117_de_2024.pdf)

#### **7.4 Certificación o Competencia**

Según lo especifica la resolución 40117 - artículo 3.2.1. Las certificaciones requeridas para personas, instalaciones eléctricas desde su fase de planeación, diseño y puesta en marcha, diagnóstico y pruebas objeto del RETIE, así como cualquier tipo de mantenimiento o algún tipo de intervención, debe contar con personal certificado bajo los lineamientos expuestos en la norma correspondiente según lo faculta la ley colombiana que aplique Capítulo 1 – Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (Ministro de Minas y Energía, Abril 2024).

Por otra parte, a través de normas internacionales tenemos que para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento requeridas en este tipo de tecnologías se clasifican de la siguiente manera:

**Figura 13.**

*Categorías en certificación*

Operaciones							
No eléctricas	Eléctricas			Específicas			Trabajos en alta tensión
Operario / Reparaciones	Operario	Jefe de proyecto	Encargado de la consignación	Agente de intervención	Director de Pruebas	Operario / Jefe de operaciones	Operario / Jefe de operaciones
							
B0L	B1L-B1VL	B2L-B2VL	BCL	BRL	BEL	B1XL - B2XL	B1TL-B2TL
VE1	VE2						VE3

*Nota:* Eurocontrol: Formación en vehículo eléctrico.

<https://eurocontrol.apave.com/esES/Nuestraslineasdeactividad/Formacion/Automoviles/Formacion-en-vehiculo-electrico>

### 8. Procedimiento de Habilitación en Sistemas de Alta Tensión

El presente procedimiento presentado como propuesta a la empresa TecniRacer en la ciudad de Bucaramanga reúne los requisitos mínimos en seguridad para la ejecución de actividades que representen riesgo eléctrico en el sector automotriz adoptando de esta manera los lineamientos establecidos en normas técnicas nacionales e internacionales y el cual se encuentra subdividido en 5 etapas:

1. Análisis de riesgo eléctrico y trabajo seguro.
2. Pre-alistamiento y verificación de Elementos de protección y herramientas.
3. Señalización y delimitación de área.
4. Gestión de mantenimiento y orden de servicio

## 5. Procedimiento de desconexión de alta tensión.

La alta dirección se compromete en hacer seguimiento y aportar positivamente al desarrollo de este protocolo para posteriormente tomar las medidas correspondientes y en un futuro no muy distante pasar del diseño a la implementación, seguimiento y control bajo los requerimientos mínimos en seguridad y calidad.

### 8.1 Análisis de Riesgos Eléctrico y Trabajo Seguro

Los factores de riesgo más comunes estimados para el desarrollo de la actividad en las instalaciones de la empresa TecniRacer Bga los podemos categorizar de la siguiente manera junto con una propuesta básica en medidas de protección encontrando así:

#### Tabla 7.

##### *Factores de riesgo*

Tipo de riesgo	Medidas de protección
Arco eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de área mínima de seguridad</li> <li>• Elementos de protección personal y colectiva</li> <li>• Verificación de aislamiento eléctrico.</li> </ul>
Ausencia de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de área mínima de seguridad</li> <li>• Elementos de protección personal y colectiva</li> <li>• Sistema de iluminación de respaldo</li> </ul>
Contacto directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de área mínima de seguridad</li> <li>• Elementos de protección personal y colectiva</li> <li>• Señalización según requerimientos técnicos de seguridad para trabajos en sistemas de alta tensión.</li> </ul>
Equipo defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de actividades a través de formato trabajo seguro.</li> </ul>

Tipo de riesgo	Medidas de protección
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspección de equipos y herramientas</li> </ul>

Nota: Elaboración propia.

### 8.1.1 Matriz de Riesgos

Se presenta a continuación la matriz asociada a los factores de riesgo eléctrico se plantea a continuación partiendo de la evaluación las medidas correspondientes para mitigarlos según se especifica en el Reglamento para instalaciones eléctricas (Retie, 2024).

**Tabla 8.**

*Análisis de riesgos según especificaciones técnicas.*

<b>RIESGO A EVALUAR:</b>		Muerte / Quemaduras / Paro cardíaco por <u>Arco eléctrico</u> (al) o (en) <u>Bateriac400V / DC</u>		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE		
		(E): Quemaduras		(E): Arco eléctrico		(E): Celda de 13,8 KV				
RIESGO POTENCIAL <input checked="" type="checkbox"/>		RIESGO MATERIALIZADO <input type="checkbox"/>		PROBABILIDAD						
<b>CONSECUENCIAS</b>	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura, interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (Sin incapacidad)	Daños importantes, interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
Ing. a cargo / ARL		Matrícula profesional		Lugar de la evaluación		Fecha				
Evaluador										

Nota: Resolución número 4 0 1 1 7 de ( 02 abr 2024 ): Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

[https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n\\_40117\\_de\\_2024.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n_40117_de_2024.pdf)

### 8.1.2 Medidas de Protección

Medidas de protección requeridas partiendo del análisis de riesgo elaborado entre los cuales encontramos entonces:

- Formato trabajo seguro.

- Elementos de protección individual y colectiva.
- Señalización y área de trabajo.

**8.1.2.1 Formato Trabajo Seguro.** Para garantizar un trabajo seguro se debe de tener claridad total sobre en qué condiciones será ejecutada la actividad de mantenimiento por parte del profesional encargado quien debe indiscutiblemente contar con las certificaciones adecuadas, para ello a través de la empresa administradora de riesgos profesionales ARL se realiza una solicitud y se nos apoya con el diseño de un formato para el análisis de trabajo seguro el cual se presenta a continuación.

**Figura 14.**

*Formato control y análisis de trabajo seguro*










ANALISIS SEGURO DE TRABAJO		
Empresa:	Ciudad:	
Área/Proceso:	Ubicación donde se realiza el trabajo:	
Fecha de realización del Trabajo (dd/mm/aaaa):	Lugar de Trabajo:	
Hora de Inicio (a.m./p.m.):	Hora de Finalización (a.m./p.m.):	
Descripción de la tarea a realizar:		
PARA ESTE TRABAJO SE REQUIERE PERMISO DE:		
TRABAJO EN ALTURA	ESPACIO CONFINADO	CALENTE
ENERGIA PELIGROSAS	OTRO, CUAL?	
Cedula, Nombres y Apellidos de los trabajadores (Ejecutor)	Firma	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR		
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Indique cada una de las herramientas a utilizar.	
Manuales		
Eléctricas		
Neumáticas		
Hidráulicas		
Mecánicas		
Otras		
ANALISIS DE LA TAREA		
¿Qué tan alto se encuentra el lugar de trabajo?		
¿Cuál es el sistema de acceso al lugar de trabajo?		
¿Se han establecido los puntos de anclaje?		
¿Se han realizado los cálculos de la distancia de caída?		
¿Cuáles son los sistemas de prevención y protección requeridos?		
¿Cuáles son los elementos de protección requeridos?		





¿Cuántos trabajadores se requieren?			
¿Qué materiales y recursos van a utilizarse?			
¿Existen hoyos o grietas debajo del área de trabajo?			
¿Hay peligro de resbalar o tropezar alrededor del área de trabajo?			
¿Qué otros peligros hay en el lugar de trabajo? (chispas, electricidad, químicos, superficie resbaladiza, superficies calientes, objetos filosos, cargas pesadas, etc.)			
Pasos detallados de la tarea	Peligros existentes y potenciales	Consecuencias	Controles Requeridos

<b>EVALUACION DEL RIESGO</b>			
<i>¿Es posible, probable o casi-seguro que ocurra un incidente?</i>			
<input type="checkbox"/> Si, deténgase y no proceda con la tarea. Analice con el supervisor encargado el paso a paso, revisen controles y res			
<input type="checkbox"/> No, continúe con la tarea con precaución, implemente los controles establecidos.			
<i>¿Es seguro proceder ahora en la tarea con los controles adicionales?</i>			
<input type="checkbox"/> Si, proceda con la tarea.			
<input type="checkbox"/> No, consulte al supervisor antes de tomar cualquier decisión.			
<b>Nombre y Cedula de los trabajadores (Ejecutor)</b>		<b>Firma</b>	
<b>Nombre y Cedula de la persona (Emisor)</b>		<b>Firma</b>	

**8.1.2.2 Elementos de Protección Individual y Colectiva.** Dentro de los requerimientos mínimos de seguridad se propone el uso de los siguientes elementos de protección para mitigar el riesgo asociado a los trabajos en sistemas de alta tensión.

**Tabla 9.***Elementos de protección individual y colectiva*

N°	Imagen	Nombre de Herramienta	Descripción/Función.	QTY
1		GUANTES AISLANTES 1.000V / 300 A o Superior	Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje. [Rendimiento de aislamiento 1.000V / 300 A O MAS]	1
2		CALZADO DE AISLAMIENTO 1.000V / 300 A o Superior	Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de Alto Voltaje. La punta del calzado no debe ser en aceros o materiales ferrosos.	1
3		PÉRTIGA DE SALVAMENTO ALTO VOLTAJE (GANCHO DE VIDA).	Se utiliza para proteger al técnico ante un riesgo de electrocución.	1
4		POSTES Y CINTA DE ADVERTENCIA (6 piezas)	Se utiliza para anunciar el peligro sobre esta línea.	1
5		ROPA DE AISLAMIENTO	Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de Alto Voltaje	1
6		CASCO DE AISLAMIENTO	Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de Alto Voltaje	1
7		MONOGAFAS DE SEGURIDAD	Se utiliza en los siguientes casos: - Durante el desmontaje, montaje o comprobación de los terminales de la batería de alto voltaje o los cables donde se puedan producir chispas. - Durante el trabajo del Pack de batería HV.	1
8		MASCARA PROTECTORA	Se utiliza en los siguientes casos: - Durante el desmontaje, montaje o comprobación de los terminales de la batería de alto voltaje o los cables donde se puedan producir chispas. - Durante el trabajo del Pack de batería HV.	1
9		ALFOMBRA DE AISLAMIENTO 1.000V / 300 A o Superior	Los componentes de alto voltaje desmontados se colocan en una alfombra aislante para evitar accidentes.	1


10		LAMINAS DE AISLAMIENTO 1.000V / 300 A o Superior	Se usa una lamina aislante para cubrir los componentes de alto voltaje para proteger contar accidentes a los que no laves el equipo PPT.	1
11		GUANTES DE ALGODÓN	Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje, ademas es una barrera para absorcion de la sudoracion de las manos del tecnico.	1
12		GUANTES DE CUERO	Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje, .	1
13		CUBREBOTAS DIELECTRICO	Se utiliza para poner enciama del calzado al momento de maniobrar componentes de alto voltaje, este tipo de elemto permite ponerse sin la la necesidad de retirarse el calzado de aislamiento.	1





Nota: Elaboración propia

**8.1.2.3 Señalización y área de trabajo.** El área de trabajo debe estar debidamente señalizada cumpliendo con los requisitos mínimos seguridad buscando transmitir al usuario cualquiera o prevención o prohibición y se plantea la siguiente alternativa según el reglamento técnico para instalaciones eléctricas RETIE.

**Tabla 10.**

*Elementos de protección individual y colectiva*

USO	DESCRIPCIÓN PICTOGRAMA	SEÑAL
Uso obligatorio de protección para los ojos	Cabeza de persona con gafas	
Uso obligatorio de protección para los oídos	Cabeza de persona con auriculares	
Uso obligatorio de protección para las manos	Guante	
Equipo de primeros auxilios	Cruz griega	

USO	DESCRIPCIÓN PICTOGRAMA	SEÑAL
Uso obligatorio de protección para los ojos	Cabeza de persona con gafas	
Uso obligatorio de protección para los oídos	Cabeza de persona con auriculares	
Uso obligatorio de protección para las manos	Guante	
Equipo de primeros auxilios	Cruz griega	

*Nota:* Resolución número 4 0 1 1 7 de ( 02 abr 2024 ): Clasificación de las señales de seguridad Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. [https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n\\_40117\\_de\\_2024.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n_40117_de_2024.pdf)

Por otra parte, según lo especifica la resolución 5018 del 2019 y bajo esta orientación se establece las condiciones mínimas en organización según su Artículo 23. Talleres de mantenimiento.

Todas las empresas dedicadas al mantenimiento deben tener:

- Amplitud, iluminación y ventilación
- Condiciones de orden y aseo.
- Equipo para el control de incendios.
- Señalización y demarcación.
- Guardas protectoras en los equipos que lo requieran.
- Equipos y herramientas en buen estado de operación y mantenimiento. Contar con un programa de mantenimiento.
- Todos aquellos requerimientos de seguridad que sean necesarios.

**Figura 15.**

*Demarcación y delimitación de área*





*Nota:* Imagen tomada del laboratorio del Instituto Sena

**8.2 Procedimiento de Habilitación Sistemas de Alta Tensión.****8.2.1 Diligenciamiento Orden de Servicio**

Se debe diligenciar un documento que certifique la puesta en modo seguridad eléctrica que contenga datos como identificación del vehículo fecha, empresa, nombre, teléfono firma tanto para la consignación y de consignación.

Figura 16.

Formato Orden de servicio.

 <p><b>TECNIRACER</b> SERVICIO TÉCNICO E INGENIERÍA AUTOMOTRIZ</p>	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		CÓDIGO: AT-FO-05					
			VERSIÓN: 1					
		TALLER ALIADO		FECHA DE EMISIÓN: 2021-06-18				
FECHA DE INGRESO A LAS INSTALACIONES		ORDEN DE TRABAJO No.		SOPORTE: FÍSICO				
				PLACA:				
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>								
NOMBRE:		TELÉFONO:						
CÉDULA:		E-MAIL:						
DIRECCIÓN:		F. NACIMIENTO:						
<b>DATOS DEL VEHÍCULO:</b>								
MARCA:		MODELO:	CILINDRAJE:					
LÍNEA:		CLASE:	KILOMETRAJE ENTRADA:					
VIN:		COLOR:	NIVEL DE COMBUSTIBLE:	Hb. G. D. VE.				
SOAT:		RTMVEIC:	FECHA CAMBIO DE ACEITE:					
ACEITE M. / VISCOSIDAD:		REF. COMERCIAL NÚMERO DEL:	TRAS.	TRANSM. TIPO DE ACEITE: Automática     Mecánica				
<p><small>Si el estado de limpieza interna y externa u orden dentro del habitáculo dificulta la inspección general del vehículo la empresa no se hace responsable por rayones, golpes que se puedan evidenciar finalizada la actividad de lavado relacionada con el pre-ajustamiento para la entrega del automotor. No nos responsabilizamos por objetos dentro del vehículo que no estén como registro en las evidencias fotográficas tomadas en recepción.</small></p>								
<b>LISTA DE CHEQUEO</b>								
		<b>CHEQUEO</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>CHEQUEO</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	
		Silletería			Emblemas			
		Apertura y cierre de puertas			Antena			
		Pito			Capas / Rin / Llantas			
		Aire acondicionado			Llanta de repuesto			
		Vidrios fijos y móviles			Porta llanta			
		Sistema de iluminación			Pernos y espárragos			
		Tablero accesorios y testigo			Niveles			
		Comandos de accionamiento			Accesorios de lujo			
		Radio			Carga Baul o platón			
		Llaves			Tapa gasolina			
		Plumillas / Aspersores			Llavero			
		Tapetes			Gato			
		Cinturones de seguridad			Llave pernos			
		Espejos retrovisores			Herramienta básica			
		Encendedor cigarrera			Kit carretera / Botiquín			
		Espejo retrovisor interno			Extintor			
Espejos retrovisores externos			Consumibles					
GPS			Farolas					
Control alarma			Documentos					
<b>OBSERVACIONES:</b>								
<b>TRABAJO A REALIZAR:</b>								
1								
2								
3								
<b>TÉCNICO ESPECIALISTA:</b>				<b>FIRMA JEFE DE TALLER</b>				
Modo Seguridad				<b>FIRMA GERENTE</b>				
<p><small>Una vez entregada la cotización bajo las diversas líneas de comunicación, según plan de mantenimiento o actividades correctivas previamente definidas para el vehículo, si después de 2 días en las instalaciones no hay respuesta o autorización para dar procedencia con el servicio, el vehículo será entregado directamente al cliente relacionando el costo asociado por servicio de inspección y un valor adicional delirado por la empresa por los días de retiro.</small></p>								
<b>OBSERVACIONES GENERALES E INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA</b>								
				<b>COTIZACIÓN</b>	<b>REMISIÓN</b>	<b>FACTURA</b>		
				#	#	#		
<b>GARANTIA</b>								
<p><small>Si no llegase haber un acuerdo con el propietario o responsable del automotor para la entrega y posterior recepción momento después del reporte o notificación de cumplimiento de actividades, el vehículo pasará a contar con servicio externo y custodia de parqueadero para salvaguardar la integridad del patrimonio.</small></p>								
<p><small>Se entiende que quien contrata y ordena el trabajo descrito es el propietario del vehículo o esta autorizado por el propietario del automotor quien conoce y acepta las condiciones que son parte integrante del contrato que aquí se celebra.</small></p>								
KILOMETRAJE DE ENTREGA ( ) PÓLIZA TODO RIESGO AUTOS ( ) REFERENCIA DE BATERÍA ( )				<b>FIRMA PROPIETARIO</b>				

Nota: Elaboración propia

### ***8.2.2 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica -Individualización***

La empresa debe suministrar la información técnica del vehículo para garantizar de que efectivamente se sigue el paso a paso establecido por el fabricante en términos de seguridad y análisis técnico.

La información contenida en el manual técnico debe ser trazable con la tarjeta de propiedad y numero VIN correspondiente del vehículo, el cual el técnico está en su responsabilidad de ubicarlo en el chasis, señalarlo y garantizar que la unidad a intervenir sea la adecuada.

El formato de análisis de trabajo seguro sintetiza la actividad a ejecutar la cual se subdivide en 3 etapas:

Etapa I.:

Aspectos generales de seguridad y lectura de parámetros

- Verificaciones antes de la corte de corriente (voltaje nominal de alimentación de baja tensión)
- verificar que el auto no conectado a la red eléctrica de carga.
- verificar que todas las luces indicadoras del tablero estén apagadas (auto apagado)
- Luz advertencia HVIL / Problemas de aislamiento eléctrico
- Retirar llaves del vehículo y asegurar en un punto de referencia bajo llave
- Desconectar la batería de 12v (accesorios)

**Figura 17.**

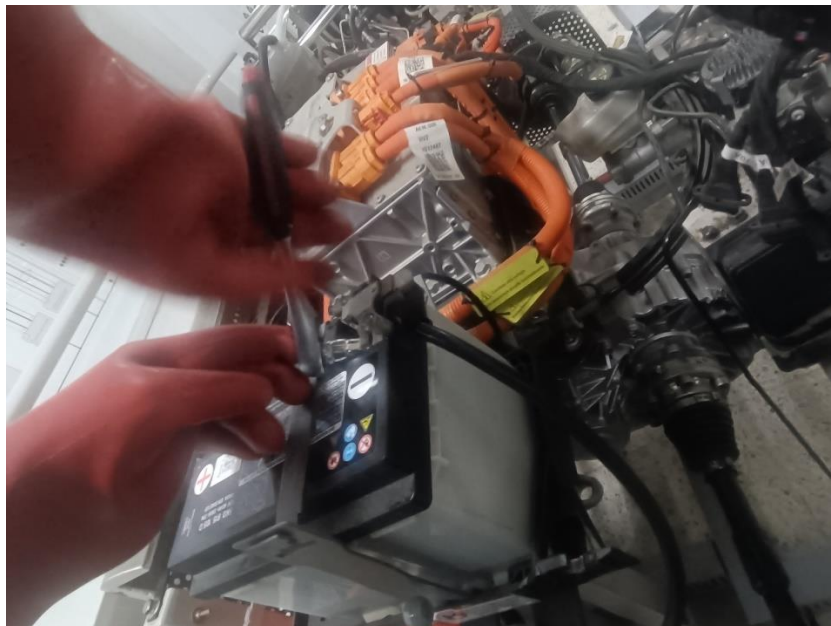
*Aspectos generales*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 18.**

*Desconexión de batería*



*Nota: Elaboración propia*

## Etapa II

**8.2.3 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica Corte de Corriente (Voltaje)**

Se ha hace por medio del punto de conexión del acumulador estableciendo los controles de seguridad y validación de voltaje.

**8.2.4 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica Aseguramiento**

Se evita en este paso, que a través de un conector falso que reemplaza el real de alguna manera se dé una reconexión involuntaria de las baterías de alta tensión.

**8.2.5 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica**

Descarga de condensadores después de la desconexión del acumulador, esperamos 5 minutos para permitir la descarga del sistema y se realiza su respectiva verificación de ausencia de tensión.

**Figura 19.**

*Montaje de conector*



*Nota:* Elaboración propia

### ***8.2.6 Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica y verificación de aislamiento***

Con el equipo conocido como Megaóhmetro se realiza la verificación del aislamiento inyectando una tensión de 500v para verificar su resistencia quien debe registrar infinito

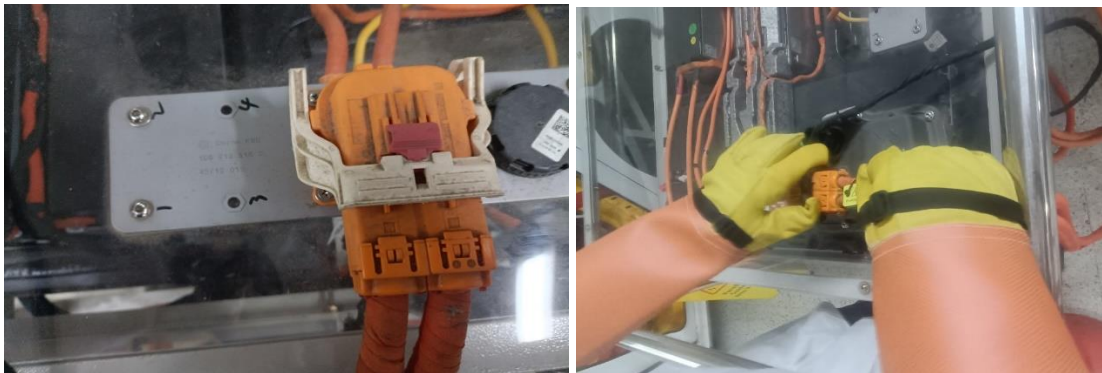
Etapa III

### ***8.2.7 Proceso de puesta en modo seguridad eléctrica***

Medida de voltaje por procedimiento Solo se puede utilizar una herramienta que sea creada para la medición de ausencia de voltaje Comprobante de puesta en modo seguridad Eléctrica

### **Figura 20.**

*Proceso de Puesta en Modo Seguridad Eléctrica*



*Nota:* Elaboración propia

## **9. Conclusiones**

En principio se busca garantizar que todas las personas que participan en el procedimiento de habilitación de alta tensión en este tipo de vehículos conozcan los lineamientos técnicos y de seguridad relacionados sin importar si la norma técnica consultada es de origen nacional e internacional.

La planificación de este tipo de protocolos permite a través del análisis del riesgo tener una perspectiva mas amplia y no solo de un proceso sino de todos los procesos involucrados en la empresa pues al final apuntan a la mejora continua y colectiva para garantizar la seguridad y satisfacción del cliente.

Por otra parte el desarrollo de nuevas tecnologías y los retos del mercado requiere de personal técnico capacitado en diversas áreas de la mecánica y electrónica, contar con capacitaciones contantes en seguridad y gestión de taller, conceptos que deben alinearse perfectamente con los objetivos de la empresa.

En resumen, la implementación de este protocolo no solo posiciona a TecniRacer Bga como líder en el cumplimiento normativo y la innovación tecnológica, sino que también refuerza su compromiso con la seguridad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad marcando un factor diferenciador con los demás servicios prestados por otros talleres externos.

## **10. Recomendaciones**

Es muy importante una vez se implemente y ejecute esta propuesta en las instalaciones de la empresa TecniRacer Bga. se implementen controles de seguridad y verificación rutinaria en el cumplimiento de buenas practicas de actividades de mantenimiento, control diligenciamiento de los formatos asociados, verificación y análisis de riesgo periódico y capacitación constante de personal y si lo requieren establecer indicadores de desempeño.

La empresa debe ser responsable y consiente que este tipo de actividades requiere supervisión constante, inversión en equipos, herramientas idóneas y nuevas tecnologías para un cumplimiento adecuado de este tipo de actividades de alto riesgo.

### Referencias Bibliográficas

Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Resolución no. 18. Anexo General. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (retie)*. <https://www.minenergia.gov.co/documents/9024/9703.pdf>

Ministerio del Trabajo. (2024). *Resolución 5018 de 2019*. <https://safetya.co/normatividad/resolucion-5018-de-2019/#c18> capítulo 8

Ministerio del Trabajo. (2024). *Resolución 5018 de 2019. Capítulo 8*. <https://safetya.co/normatividad/resolucion-5018-de-2019/#c18> capítulo 8

Ministro de Minas y Energía. (Abril 2024). *Resolución número 40117*. [https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n\\_40117\\_de\\_2024.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n_40117_de_2024.pdf)

Ministro de Minas y Energía. (Abril de 2024). *Resolución número 40117 de*. Obtenido de Artículo 1.3.3. Señalización de seguridad: [https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n\\_40117\\_de\\_2024.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%C3%B3n_40117_de_2024.pdf)