



HIGIENE EN EL
TRABAJO

EJE GENERAL 5

Riesgos específicos en colectivos de trabajadores

Guía práctica de prevención

Trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos



ESCANEA PARA ACCEDER
AL AUDIOLIBRO



Comunidad
de Madrid

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, HACIENDA Y EMPLEO

Consejera de Economía, Hacienda y Empleo
Excma. Sra. Dña. Rocío Albert López-Ibor

Viceconsejero de Economía y Empleo
Ilmo. Sr. D. Daniel Rodríguez Asensio

Directora General de Trabajo y Gerente del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Ilma. Sra. Dña. Silvia Marina Parra Rudilla

Elaboración

Dirección

Silvia Marina Parra Rudilla, Directora General de Trabajo y Gerente del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Autoría

Marcos Delgado Provencio. Unidad Técnica de Entidades Especializadas (IRSST)
Diego Cañedo Rodríguez. Área de Apoyo, Seguimiento y Evaluación (IRSST)
Eva González-Menéndez y Óliver Martín. Federación ASPA de Servicios de Prevención Ajenos

Unidad Técnica de Branding, Comunicación y Relaciones Institucionales

Alberto Muñoz González
Germán Blázquez López
Carmen Zazo Martínez
Rosa Rebollo Codón
Paula Panadero Moya

Edita

Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Ventura Rodríguez, 7. 28008 Madrid
Tel.: 900 713 123
irsst.publicaciones@madrid.org
www.comunidad.madrid

Maquetación:

Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid

© Comunidad de Madrid, 2023

1.ª Edición: octubre 2023
Publicación en línea en formato PDF
Realizado en España – Made in Spain



Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento a César Ruiz Pozo, Raquel Fernández Soliño, Jorge Vázquez Nuño y Klaudia Podlas del Servicio de Prevención Propio de Feu Vert Ibérica, S.A, por su imprescindible colaboración y asesoramiento en la redacción de esta GPP y permitimos acceder a sus instalaciones para mostrarnos la ejecución de trabajos seguros con vehículos eléctricos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 1	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	7
1.1. Tipos de vehículos eléctricos	8
1.2. Componentes del vehículo eléctrico	9
1.3. Tipos de baterías	12
1.4. Descripción de las tareas asociadas a las operaciones de mantenimiento o reparación de vehículos eléctricos e híbridos	15
CAPÍTULO 2	
IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PELIGROS	18
2.1. Peligros de seguridad	19
2.1.1. Peligro eléctrico	19
2.1.2. Peligro de incendio/explosión	20
2.1.3. Peligros mecánicos y generales	20
2.2. Peligros higiénicos	20
2.3. Peligros ergonómicos y psicosociales	21
2.4. Otros peligros	22
CAPÍTULO 3	
EVALUACIÓN DE RIESGOS	23
CAPÍTULO 4	
MEDIDAS PREVENTIVAS	29
4.1. Medidas organizativas según operación	31
4.2. Medidas preventivas: información adicional relativa a la formación	38
4.3. Medidas preventivas técnicas/materiales: lugar de trabajo o box eléctrico	41
4.4. Equipos de protección y herramientas frente a riesgo eléctrico	42
4.4.1. Equipos de protección individual (EPIs)	42
4.4.2. Equipos de protección colectiva: elementos aislantes y de consignación	44
4.4.3. Herramientas de trabajo y comprobación	44

4.5.	Medidas frente a emergencias	47
4.5.1.	Accidente eléctrico	47
4.5.2.	Incendio/Explosión	48
4.5.3.	Escapes, derrames o vertidos	49
4.6.	Medidas preventivas: gestión de la prevención y control periódico	50

BIBLIOGRAFÍA	51
---------------------------	-----------

Introducción





La Guía Práctica Preventiva (GPP) es un documento complementario a los Supuestos Prácticos de Prevención (SPP), destinada a facilitar información adicional, tanto del proceso productivo (tipos de vehículos eléctricos (VE), tipos de baterías, descripción de operaciones de mantenimiento o reparación a realizar en VE, etc.) como de los peligros y medidas preventivas generales asociados, más orientada a técnicos con menor conocimiento de este sector de mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos. En ningún caso, las guías prácticas preventivas son vinculantes, ni de obligado cumplimiento y deberán adaptarse a cada caso concreto.

El avance hacia una economía descarbonizada es necesario tanto para frenar el cambio climático, como para el crecimiento económico y representa la base para fijar los diferentes retos y oportunidades presentados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). España tiene un objetivo a largo plazo que consiste en alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 2050 (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020). Para ello el PNIEC recoge la necesidad de un cambio hacia una movilidad sostenible que pasa por abordar entre otros objetivos, el aumento de un 28% en el uso de vehículos eléctricos hasta alcanzar los 5 millones de vehículos eléctricos en el 2030.

La irrupción de las nuevas tecnologías asociadas a este tipo de vehículos, hace que las consideraciones a nivel de talleres sean bien distintas a los vehículos tradicionales y surjan riesgos emergentes que habrá que gestionar. En los vehículos híbridos (VEH) o híbridos enchufables (VEHE) y eléctricos (VE)¹ hay un cambio esencial en los factores de riesgo existentes frente a los vehículos de combustión tradicional: la tensión

de trabajo. Nos vamos a enfrentar a tensiones entre 200 y 1000V. Por tanto, estamos ante un riesgo eléctrico nuevo que debemos controlar².

En este contexto, y al objeto de mejorar las condiciones de seguridad y salud, es imprescindible que los profesionales de la prevención de riesgos laborales (PRL) adquieran un conocimiento exacto de los nuevos riesgos, que facilite su identificación, evaluación y aplicación de medidas preventivas.

Esta GP está orientada en facilitar información, tanto del proceso productivo (tipos de vehículos eléctricos, tipos de baterías, descripción de operaciones de mantenimiento o reparación a realizar en VE, etc.) como de los peligros, su evaluación y medidas preventivas generales asociados, más orientada a técnicos con menor conocimiento de este sector.

Para aquellos profesionales con mayores conocimientos del sector se recomienda la lectura del SPP asociado (consignación o puesta sin tensión de baterías durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos).

1. Cuando se quiera hacer alusión a los tres tipos de vehículos, se indicará "vehículos eléctricos", sin hacer uso del acrónimo (VE).
2. Alta tensión (AT o HV): Incluye tensiones superiores a 60 voltios e inferiores a 1.500 voltios de corriente continua (CC) o superiores a 30 voltios e inferiores a 1.000 voltios de corriente alterna (CA) en la tecnología de los vehículos, especialmente en la tecnología híbrida y de pilas de combustible y en los vehículos eléctricos., en base al Reglamento 100 del CEPE. (en inglés UNECE).

CAPÍTULO 1

Descripción del proceso productivo

- 1.1. Tipos de vehículos eléctricos
- 1.2. Componentes del vehículo eléctrico
- 1.3. Tipos de baterías
- 1.4. Descripción de las tareas asociadas a las operaciones de mantenimiento o reparación de vehículos eléctricos e híbridos



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos electricos.

Descripción del proceso productivo



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

En los vehículos eléctricos, al igual que en otros vehículos propulsados por otros tipos de energía, se realizarán tareas y trabajos a lo largo de todo su ciclo de vida: Diseño y desarrollo, fabricación, venta, postventa (mantenimiento, reparación, comprobación, reconfiguración), emergencias, rescate (remolcado) y reciclado.

Ante la gran amplitud de fases de vida y tareas a realizar en cada una de ellas, se ha optado por limitar la presente guía a los trabajos y procedimientos realizados en talleres de servicio postventa o talleres de reparación de vehículos como se conocen comúnmente, al entender que representan una mayor extensión tanto en número de empresas como de trabajadores afectados.

Centrados en los talleres de servicio postventa, la introducción de los vehículos eléctricos e híbridos dará lugar a la existencia de diferentes tipos de talleres y niveles de intervención en las operaciones de mantenimiento o reparación (en adelante se hará mención a mantenimiento y reparación, si bien se consideran incluidos en éste término los trabajos de comprobación, detección de averías, reacondicionamiento, etc.).

Existirán talleres de carácter "mixto", de reparación tradicional y sobre vehículos eléctricos, y talleres "especialistas" en reparación sobre vehículos eléctricos. Independientemente del tipo de taller y su grado de especialización, debe existir personal con formación adecuada (Real Decreto 614/2001, de 8 de junio y Real Decreto 109/2022, de 8 de febrero) y una zona delimitada en el taller para la manipulación de este tipo de vehículos.

Además, se deberá elaborar e implantar un procedimiento de seguridad, que permita identificar durante el proceso de recepción,

si se trata de un vehículo eléctrico, y disponer de una serie de medidas mínimas de seguridad a adoptar para evitar principalmente el riesgo eléctrico al que puedan estar expuestos desde sus trabajadores al público en general al tratarse de este tipo de vehículos. (AEDIVE y GANVAM, 2020).

1.1. Tipos de vehículos eléctricos

En esta clasificación, básica sin un detalle de los diferentes subtipos, se tendrán en cuenta aquellos vehículos eléctricos que presentan un motor eléctrico de tracción y sistemas eléctricos que presentan alta tensión.

Los vehículos híbridos (VEH) constan de una combinación entre un motor térmico (MCI) y un motor eléctrico (ME). Su principal ventaja es una mejor eficiencia energética de la planta de potencia, con la correspondiente reducción en el consumo de combustible y de emisiones contaminantes, garantizando, al mismo tiempo, una autonomía y comportamiento adecuados. Los VEH se pueden clasificar bien atendiendo al tipo de configuración o bien al grado de electrificación. Dentro de éstos se encuentran los **vehículos híbridos enchufables (VEHE)**. Este tipo de vehículos están preparados para recargar las baterías enchufándolos a la red eléctrica por lo que proporcionan una mayor autonomía en modo eléctrico (López Martínez, 2013).

El VEH, al tener motor térmico y eléctrico, tiene aún muchas más labores de mantenimiento preventivo que cualquier vehículo tradicional y sin olvidar que nos enfrentamos a tensiones hasta ahora desconocidas (AEDIVE y GANVAM, 2020).

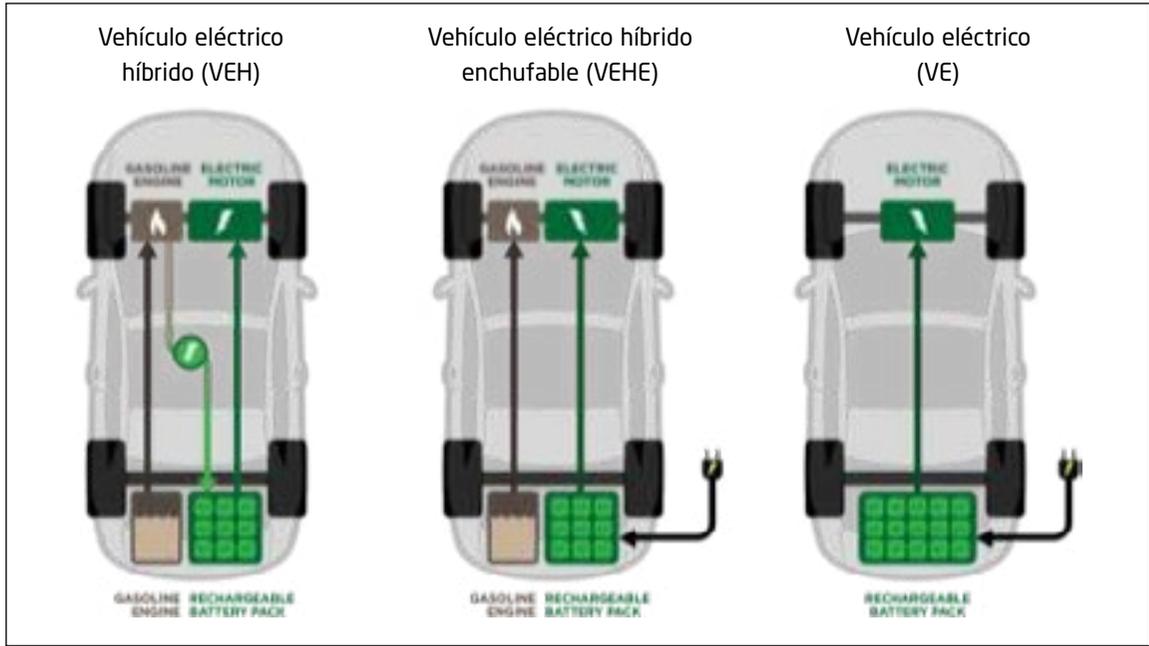


Figura 1. Tipos de vehículos eléctricos.

Un **vehículo eléctrico (VE)** es aquél que utiliza un motor eléctrico en lugar de un motor convencional de combustión interna, y un conjunto de baterías en lugar de un depósito de combustible. La energía química almacenada en la batería se transforma en energía eléctrica y posteriormente se convertirá mediante el motor eléctrico en energía mecánica. Así, dos aspectos caracterizan a un VE: disponen de una fuente de energía (química o electromecánica) portátil y el esfuerzo de tracción lo suministra un motor eléctrico (López Martínez, 2013).

En la figura 1 se pueden ver las principales configuraciones de los tipos de vehículos comentados.

1.2. Componentes del vehículo eléctrico

Tanto los vehículos eléctricos como híbridos constan de diferentes componentes y sistemas (figura 2), de alta sofisticación tecnológica, con el fin de proporcionar la energía eléctrica de tracción y sus servicios auxiliares.



Figura 2. Chasis de un VE.



Componente de alta tensión: proporciona una tensión en los vehículos de acuerdo con la definición de "alta tensión" o funciona con esa tensión.

Sistema de alta tensión: consta de al menos dos componentes de alta tensión.

Sistema de potencia: dispositivos, circuitos, sistemas y procedimientos para el procesamiento, control y conversión de la energía eléctrica en otro tipo de energía (alterna-continua o continua-alterna), o en el mismo tipo, pero con diferentes características (tensión, potencia, frecuencia, etc.). Consta principalmente de dos partes:

- Circuito de potencia: compuesto de semiconductores de potencia y elementos pasivos que controlan las conexiones de la fuente primaria de alimentación con la carga.
- Circuito de mando: procesa la información proporcionada por el circuito de potencia y genera señales de gobierno para el correcto control y funcionamiento del sistema, entre otros desde el punto de vista de seguridad.

Los vehículos eléctricos disponen de un motor eléctrico de tracción de corriente alterna e incorporan nuevos sistemas, como son (figura 3):

- Toma de corriente o puerto de carga: permite la conexión del coche a un punto de carga, ya sea una toma de corriente doméstica, una wallbox o un cargador rápido público.
- Cargador de a bordo (o power electronic converter): cuando se carga la batería vía una toma de corriente doméstica, es preciso que la energía pase por el cargador. Éste es un convertidor que a la salida dará una corriente y un voltaje de diferente magnitud y forma con respecto a la que entró. Básicamente, convierte la corriente alterna (AC) de entrada en corriente continua (DC), que necesita la batería. Es como el cargador de un móvil,

pero soporta potencias y voltajes muy superiores.

- Pack de baterías: también se le conoce como batería de tracción y se encarga de almacenar la energía para que el vehículo puede moverse. Cuenta con una o varias unidades de control, BMS o Battery Management System (Sistema de Gestión de Baterías) y sensores (temperatura, etc.) que se sitúan en las celdas, que controlan y gestionan las principales características de carga como el voltaje, balanceo de carga entre diferentes celdas, la corriente, la temperatura o el estado de carga. Esta unidad de control está continuamente comprobando los parámetros de todo el sistema. Si en una comprobación una medición no cumpliera los niveles establecidos, el sistema se desconectaría.
- Inversores: transforman la corriente continua que cede la batería principal en corriente alterna, por lo que este equipo es el que permite que se pueda alimentar el motor del coche eléctrico en corriente alterna gracias al uso de baterías que almacenan la energía en forma de corriente continua. También se les conoce bajo el nombre de inversores-convertidores, por realizar la función, en algunos casos, de elevar la tensión además de convertir o transformar ésta.
- Sistema de control y comunicación. En los vehículos eléctricos existe un sistema complejo de control y comunicación, cableado entre los diferentes componentes, que permite el intercambio de información entre éstos, toma de decisiones lógicas, y en definitiva el correcto funcionamiento.
- Cableado de alta tensión: se distingue fácilmente por el color de los cables (naranja) y la sección del cable y de los



aislantes que lo recubren. En zonas donde el cableado está más expuesto a golpes, cortes o fricción, se añaden fundas de protección al aislamiento.

afloja, desconecta o daña) la batería no se desconecta, pero se activa un código de problema de diagnóstico y se genera un aviso en el panel de control del vehículo.

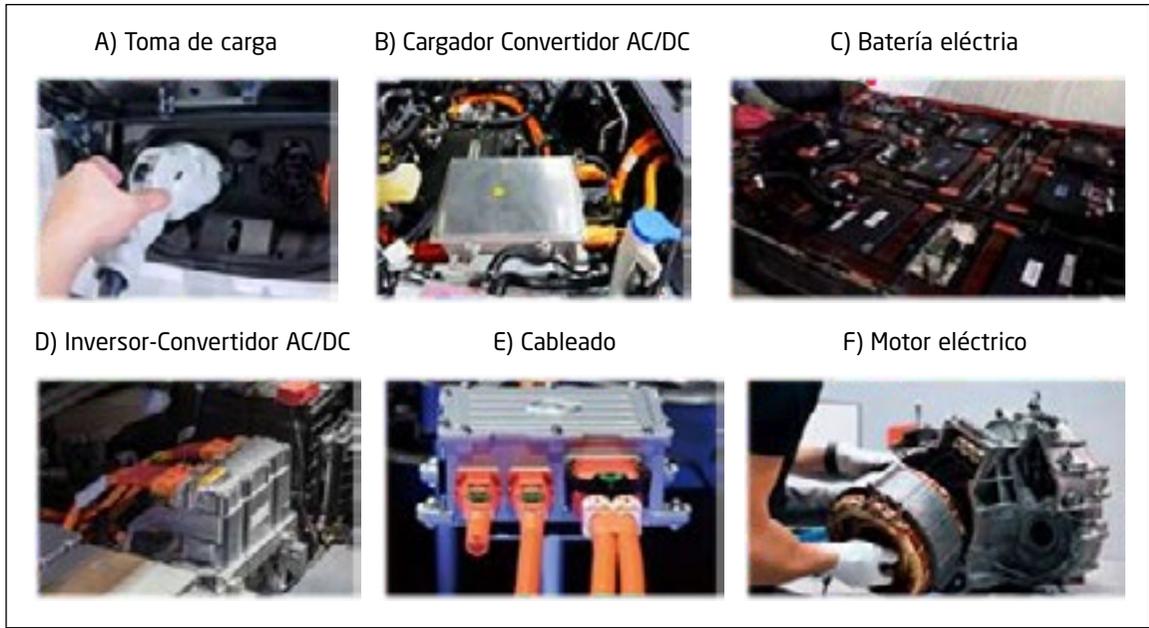


Figura 3. Componentes de un VE.

- Línea piloto (High Voltage Interlock Loop, HVIL): está diseñada para proteger a cualquier persona que pueda entrar en contacto con los componentes de alto voltaje de un vehículo eléctrico en cualquier etapa de su ciclo de vida. Se trata de un sistema de seguridad activo, controlado por el BMS, que monitorea todos los conectores y componentes de alto voltaje en un vehículo eléctrico. En el caso de que una persona tratase de desconectar un cable de alta tensión con el contacto puesto (sistema de alta tensión conectado), se abre antes la línea piloto, de manera que la BMS da la orden de abrir los relés de alta tensión. De esta manera se desconecta el circuito de alta tensión y se evita el peligro de electrocución. Si el vehículo está en marcha, y se produce alguna incidencia (una conexión de alto voltaje se

Este es uno de los principales sistemas de seguridad integrados en este tipo de vehículos, pero no el único.

- Adicionalmente se encontrarán otros elementos que funcionan a alta tensión como compresores de sistemas de climatización (figura 4) o calentadores para la batería (para un funcionamiento óptimo deben mantenerse en un rango de temperatura determinado).



Figura 4. Compresor y Calentador de AT



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Descripción del proceso productivo



Página actual / total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

Por tanto, los vehículos eléctricos no disponen de motor térmico ni de todos los sistemas auxiliares (distribución, lubricación, aire, combustible, etc.) y en el caso de que el vehículo disponga de configuración de motor en rueda, también se eliminaría la caja de cambios y los sistemas auxiliares asociados a ésta. No obstante, este tipo de vehículos comparte muchos elementos con los vehículos tradicionales: neumáticos, amortiguadores, pastillas de freno, carrocería, etc. y estos serán siempre susceptibles de la reparación o el simple mantenimiento (AEDIVE y GANVAM, 2020).

1.3. Tipos de baterías

Las baterías son un componente fundamental en los vehículos eléctricos, ya que son las responsables de almacenar y suministrar la energía eléctrica que estos vehículos necesitan para su funcionamiento y para ello emplean reacciones electroquímicas que son eléctricamente reversibles. El proceso se lleva a cabo entre dos electrodos (cátodo y ánodo) que pueden ser del mismo material o no y separados entre ellos para evitar el cortocircuito y sumergidos en algún tipo de electrolito.

En los vehículos podemos encontrar dos tipos de baterías de acuerdo al servicio/s a los que suministran energía. Baterías de servicio, destinadas a dar energía a sistemas auxiliares del vehículo tales como limpiaparabrisas siendo principalmente del tipo plomo-ácido, y Baterías de tracción, destinadas a suministrar energía al motor que impulsa el vehículo.

Las funciones principales de una batería, de tracción, en un vehículo eléctrico son:

- Almacenar la electricidad suministrada por la red de energía eléctrica a través del cargador de baterías.
- Suministrar a través de la electrónica de potencia de control, la energía al motor de tracción eléctrica, además de la energía necesaria para los sistemas auxiliares (iluminación, ventilación etc.).
- Recibir la energía del motor de tracción cuando hay una frenada regenerativa (el motor trabaja como dinamo generando electricidad).
- Mantener la estabilidad química y eléctrica, asegurando la seguridad del vehículo, incluso en situación de accidente.

Las características de los Vehículos eléctricos tales como autonomía, velocidad máxima, tiempo de recarga, coste, etc., van a depender fuertemente de la tecnología de baterías que se haya utilizado en el diseño y fabricación del vehículo.

Dentro de las baterías de tracción, las tres tecnologías de acumuladores que están siendo utilizadas actualmente en los VEs y VEHs comerciales son las baterías de plomo-ácido, níquel-hidruro metálico e ion-litio (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2009):

Baterías de Pb-ácido: las más antiguas, y son las que más se utilizan en los vehículos convencionales con motor térmico. Pueden ofrecer entre 6 y 12 voltios, y en vehículos con mecánica híbrida pueden ofrecer autonomías de hasta 100 kilómetros. Este tipo de baterías tienen una vida muy limitada, en torno a 400-800 ciclos de carga y descarga, una densidad energética muy reducida 10-40 Wh/kg- y requieren de un mantenimiento periódico. Se extendió su utilización como apoyo al sistema eléctrico por su reducido coste y porque ofrecen una



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos electricos.

Descripción del proceso productivo

13 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

correcta respuesta en temperaturas frías; sin embargo, su capacidad de carga es muy lenta, debido a su baja densidad energética son muy pesadas y, además de la toxicidad que presenta el plomo. Se están utilizando actualmente en Vehículos eléctricos con autonomía reducida y bajas velocidades de circulación.

Baterías de Níquel-Hidruro Metálico (NiHM):

se consideran la evolución de las baterías alcalinas de níquel-cadmio. Ofrecen en torno a los 300 ó 500 ciclos de carga y descarga, requieren de un importante mantenimiento periódico, su densidad energética puede llegar a los 80 Wh/kg, por lo que las hacen más interesantes para vehículos electrificados. Su relación entre precio y prestaciones son una buena opción para VEHs. Los VEHs, además del motor térmico, tienen un pequeño motor eléctrico que es el encargado de poner en marcha el vehículo tras una parada corta y a su vez complementa al motor térmico en las aceleraciones. El uso de estas baterías permite almacenar la energía eléctrica que se genera durante la frenada regenerativa. Esta energía será utilizada por el vehículo en las situaciones anteriormente indicadas.

Baterías Ion-litio (Lion):

por sus elevadas prestaciones electroquímicas, están llamadas a ser la tecnología más utilizada tanto en los coches eléctricos de baterías como en los VEHE. De hecho, ya se están utilizando en vehículos eléctricos comerciales de alta autonomía como el Tesla Roadster. Esto se debe a sus mejores prestaciones, ya que ofrecen en torno a 500 – 3000 ciclos de carga y descarga, una densidad energética más elevada, (100-250 Wh/kg)- y no requieren de un mantenimiento periódico. Como principal limitación está su mayor coste de producción.



Figura 5. Batería de Litio para un vehículo eléctrico

El fuerte desarrollo de las baterías Lion hace suponer que esta tecnología sustituya a las baterías de NiHM en los futuros VEHs, en especial, en los VEHEs, que contarán con un motor eléctrico más potente y una mayor autonomía en modo eléctrico. De hecho, existe ya consenso en afirmar que las baterías Lion son las mejor situadas para suministrar la energía eléctrica a las próximas generaciones de vehículos eléctricos.

En los vehículos híbridos y eléctricos las baterías, externamente identificadas como un paquete de manera general, se componen de un conjunto de celdas conectadas entre sí y un sistema de control y reparto de carga (BMS), además de la caja principal de potencia en la que se alojan los relés de conexión- desconexión.

- **Celda:** es la unidad más básica y elemental de la batería, dentro de la misma tienen lugar una serie de reacciones químicas que convierten la energía química en energía eléctrica. Cada celda está compuesta, básicamente, por un ánodo, un cátodo y un electrolito.
- **Modulo:** es una estructura que contiene un determinado número de celdas, conectadas en serie y/o paralelo, que se insertan en ella con la finalidad de protegerlas contra agentes externos.



Gúia práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Descripción del proceso productivo

14 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

■ Pack: es el artefacto final que se designa como batería, es la combinación de varios módulos. Este paquete contiene,

además, sistemas de protección, de control y de refrigeración.



Figura 6. Vista por partes de una batería de Litio para un vehículo eléctrico

Dada la variedad de tipos de baterías según su composición química, se podrán presentar diferentes peligros que habrá que valorar en cada caso. A modo de resumen:

- Plomo: sustancia carcinógena, mutágena o tóxica para la reproducción (CMR). Tóxico y peligroso para el medio ambiente, nocivo por inhalación e ingestión.
- Ácido sulfúrico: fatal por inhalación y contacto con la piel e ingestión, quemaduras.
- Níquel: CMR, peligro por inhalación.
- Litio: Gas inflamable en contacto con el agua, quemaduras (corrosivo).
- Sodio: Corrosivo, quemaduras graves
- Cadmio: CMR, veneno mortal, peligroso para el medio ambiente.
- Cianuro de hidrógeno HCN (ácido cianhídrico): fatal por inhalación, inflamable, peligroso para el medio ambiente.
- Fluoruro de hidrógeno HF (ácido fluorhídrico): fatal por inhalación y contacto con la piel e ingestión, quemaduras.



Gúia práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Descripción del proceso productivo

15 / 54

Página actual / total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

1.4. Descripción de las tareas asociadas a las operaciones de mantenimiento o reparación de vehículos eléctricos e híbridos

Los talleres son establecimientos industriales en los que se efectúen operaciones de mantenimiento y reparación de vehículos automóviles o de equipos y componentes de los mismos, en los que se hayan puesto de manifiesto alteraciones en dichas condiciones con posterioridad al término de su fabricación.

Las diferentes tareas que se llevan a cabo en un taller se pueden clasificar, de acuerdo con la línea temporal de intervención, en: Recepción, reparación o mantenimiento (con intervención en componentes o sistemas en el propio vehículo, sin desmontaje, o con desmontaje en bancos de trabajo), tareas de finalización y entrega.

En el caso de los vehículos eléctricos e híbridos, atendiendo al riesgo principal por presencia de energía eléctrica, podemos clasificar los trabajos en: trabajos con tensión, trabajos en proximidad de elementos en tensión, y trabajos sin tensión.

En función del tipo de operación, grado de intervención, en vehículos híbridos o eléctricos, se pueden distinguir tres grados de intervención (AEDIVE y GANVAM, 2020):

- **Tipo 1:** operaciones de reparación o mantenimiento a realizar que no afectan al sistema eléctrico propulsor y que no suponen ningún tipo de manipulación sobre instalaciones o componentes sometidos a alta tensión, por ejemplo: cambio de neumáticos, pastillas de freno, cambios de aceite, amortiguadores etc., tareas elementales del mantenimiento preventivo y correctivo de un VE, que comparte elementos con vehículos convencionales.

- **Tipo 2:** operaciones de reparación o mantenimiento a realizar que si afectan o pueden afectar al sistema eléctrico de propulsión: comprobaciones periódicas del estado, por ejemplo, del cableado, lubricaciones en ciertos componentes del equipo o la sustitución de algunos de los componentes del sistema de alta tensión como convertidores AC/CC.

- **Tipo 3:** operaciones de cambio y/o reparación de cualquier elemento del sistema eléctrico de propulsión: un cambio integral del paquete de baterías, pasando por reparaciones de golpes o accidentes en los que el sistema de alta tensión eléctrico ha podido quedar dañado. Este tipo de operaciones se realizarán por personal especialista eléctrico en automoción en talleres especializados.

Se debe considerar que en los trabajos de tipo 2 y 3, la diagnosis es un paso imprescindible para el que resulta necesario el trabajo con el sistema eléctrico del vehículo en tensión. Esta diagnosis podrá, según el caso, implicar la necesidad de mediciones, control de aprietes, analizar el estado del cableado y conectores, etc., tanto en los elementos de alta tensión como en los del sistema de comunicación entre ellos.

Ejemplo. Un vehículo híbrido no arranca dando error la unidad híbrida de control. Se podría realizar un cambio de la unidad híbrida, pero mediante diagnosis de las líneas del sistema de comunicación, se detecta que una de ellas no da continuidad de señal. En caso de cambio de la unidad de control no se habría solucionado el problema y además se habría incurrido en un coste innecesario para el propietario del vehículo. Por tanto, es necesaria la verificación de los fallos indicados por el vehículo. Tras analizar la línea defectuosa se ha detectado que la línea había sufrido ataque por roedores, procediéndose al cambio de la línea, tirado de nuevo cableado.



Guía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Descripción del proceso productivo



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

En los VEs, desaparecen las tareas de mantenimiento preventivo/correctivo relacionadas con un motor térmico y los sistemas auxiliares: sistemas de distribución de motor; sistemas de combustible; sistemas de admisión de aire; sistemas de lubricación; sistemas de escape; sistemas de embrague (caja de cambios manual).

Además, en aquellos casos en los que vehículos eléctricos presenten una configuración de motor en rueda, se elimina la caja de cambios y por tanto el sistema de lubricación y refrigeración de la misma.

En el caso de los vehículos eléctricos, no se elimina el sistema de refrigeración, pero sufre modificaciones debido a la presencia de nuevos componentes (pack de baterías, cargadores, inversores, motor eléctrico, etc.) y los diferentes intervalos de temperatura a los que operan cada uno de ellos.

La presencia de motor eléctrico como sistema de propulsión incluye nuevas tareas u operaciones que conviene identificar debido a la presencia de nuevos elementos:

- **Motor eléctrico:** no tiene tareas de mantenimiento, incluso los rodamientos poseen un sistema de lubricación de por vida. Se consideran cajas negras y por tanto no se permiten tareas de reparación, en caso de avería se debe sustituir el motor.
- **Pack de baterías:** no tiene tareas de mantenimiento ni de reparación. Tienen un ciclo de vida de entre 7-10 años que dependerá del tipo de celda que conforme el pack de baterías y del uso que se le dé a la misma. En la mayoría están diseñadas para que duren toda la vida del vehículo. La sustitución del pack tiene un coste muy elevado, por lo que habitualmente el

fabricante ofrece una garantía independiente para el pack de baterías que supera el tiempo de vida del vehículo o se ofrece en régimen de alquiler. En caso de que la marca lo permita, únicamente se contempla el cambio de un módulo completo, no se permite su reparación. Si caben tareas de comprobación, entre otras, de niveles de carga, tiempos de carga, balanceo entre celdas y módulos, etc.

- **Inversor y cargador de a bordo:** al igual que el motor eléctrico, en caso de avería, únicamente se pueden sustituir, no reparar.
- **Cableado, conectores:** Comprobaciones de aislamiento y sustitución de cableado, conectores.
- **Sellados y cubiertas:** Comprobaciones de estanqueidad, reacondicionamiento de sellados, etc.

El sistema principal, relacionado con los anteriores elementos descritos, que requiere un mantenimiento es el sistema de refrigeración, según modelo y fabricante, el líquido refrigerante debe ser sustituido cada cierto tiempo (100.000-150.00 km).

También cabe mencionar en este tipo de vehículos, algunos aspectos diferenciadores en cuanto a los tiempos de sustitución debido a las características de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos convencionales:

- El cambio de pastillas de freno se reduce prácticamente a la mitad, de manera que se estima que el plazo entre intercambio de las pastillas de freno puede superar los 150.000 km. En cambio, el líquido de frenos se corresponde con los mismos tiempos que cualquier vehículo, ya que



Gúa práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

su degradación se debe principalmente a factores de humedad o corrosión y no de uso.

- El desgaste de neumáticos es algo superior debido a que los neumáticos en

este tipo de vehículos soportan un mayor par motor y peso (pack de baterías). Actualmente, la mayoría de las marcas ya incluyen en su catálogo, modelos de neumáticos específicos para vehículos eléctricos.

Descripción del proceso productivo



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

CAPÍTULO 2

Identificación y descripción de los principales peligros

- 2.1. Peligros de seguridad
- 2.2. Peligros higiénicos
- 2.3. Peligros ergonómicos y psicosociales
- 2.4. Otros peligros



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Identificación y descripción de los principales peligros



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

Durante todas las operaciones de mantenimiento, reparación o sustitución de un VE, se presentan situaciones que darán lugar a la presencia de riesgos que ya estaban presentes en operaciones con vehículos convencionales, pero también aparecerán nuevos riesgos relacionados con la presencia de nuevos elementos relacionados con un sistema de propulsión eléctrico.

2.1. Peligros de seguridad

2.1.1. Peligro eléctrico

El peligro eléctrico se debe principalmente a la presencia de energía eléctrica almacenada o generada³. El peligro principal será el derivado del contacto eléctrico directo o indirecto con elementos a tensión o que se han puesto accidentalmente en tensión.

Los trabajadores y otras personas pueden recibir una descarga eléctrica si entran en contacto con los componentes del sistema eléctrico (contacto directo). Incluso cuando se trabaja en otras partes del vehículo (que no involucran el sistema eléctrico), puede haber riesgo de descarga si el aislamiento entre el sistema eléctrico y el chasis del vehículo se ve comprometido (contacto indirecto).

Existe un peligro eléctrico cuando se trabaja en el sistema HV si hay un voltaje entre las partes activas de 60 voltios de corriente continua (CC) o 30 voltios de corriente alterna (CA) y la corriente de cortocircuito en el lugar de trabajo tiene un valor de 3 mA de corriente alterna (CA) o supera los 12 mA de corriente continua (CC) o la energía es superior a 350 mJ.



Figura 7. Señalización de peligro eléctrico en una batería de Litio.

Algunos vehículos eléctricos también generan electricidad cuando se giran las ruedas. Si el vehículo eléctrico se mueve empujando el vehículo (como en un taller o después de un accidente), se puede producir suficiente energía eléctrica para provocar una descarga eléctrica o un arco eléctrico. El arco eléctrico puede causar quemaduras directamente al trabajador o mediante la ignición de otros materiales.

3. Los voltajes presentes en vehículos eléctricos son significativamente más altos (actualmente hasta 650-1000 voltios de corriente continua (CC)) que los que se usan en otros vehículos (12/48 voltios CC). En condiciones secas, el contacto accidental con piezas que están activas a voltajes superiores a 110 voltios CC puede ser fatal (HSE, s.f.).



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Identificación y descripción de los principales peligros



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

A modo de resumen, al igual que en otros tipos de instalaciones eléctricas, se presentan los peligros derivados de: contactos eléctricos tanto directos como indirectos, cortocircuitos, arco eléctrico, así como los derivados de la materialización de estos como caídas, golpes, cortes, proyecciones de partículas y radiaciones ultravioleta.

2.1.2. Peligro de incendio/explosión

Otra particularidad que se presenta en los coches eléctricos es la utilización de baterías, en particular de ion-litio, que son altamente propensas a incendios y explosiones por fuga térmica cuando se exponen a daños térmicos, fallas eléctricas o abuso mecánico como: cortocircuitos, sobrecargas, calor externo o fuego, impactos o la entrada de agua. Una fuga térmica es un evento irreversible en el que las baterías entran en un proceso de liberación de calor descontrolada y aumento rápido de la temperatura, siendo la principal causa de accidentes de incendio/explosión⁴ (Zyght, 2021).



Adicionalmente se debe considerar el peligro de incendio y explosión cuando la energía de los componentes y sistema de los vehículos eléctricos actúan como energía de activación o ignición.

2.1.3. Peligros mecánicos y generales

Durante el mantenimiento, reparación y carga de vehículos eléctricos se mantienen los peligros de seguridad, de tipo mecánico y generales del lugar de trabajo, habituales en un taller con independencia del tipo de vehículos sobre los que se interviene. Entre éstos se encontrarían:

- Caídas al mismo nivel por objetos o herramientas en el lugar de trabajo (falta de orden y limpieza).
- Golpes con objetos inmóviles por falta de espacio adecuado de trabajo o falta de orden y limpieza.
- Golpes y pinchazos con herramientas manuales, proyecciones de partículas en utilización de herramientas manuales.
- Caídas a distinto nivel por acceso para la realización de tareas a vehículos elevados por elevador de vehículos.
- Contactos térmicos derivados de la elevada temperatura que pueden alcanzar los diferentes componentes y sistemas del vehículo, entre otros las baterías.

2.2. Peligros higiénicos

En tareas y trabajos habituales, el principal riesgo higiénico sería de tipo **químico** por posible inhalación o contacto, ante la liberación de gases, o líquidos nocivos presentes en las baterías si éstas resultan dañadas por una colisión, modificadas incorrectamente o por liberación de productos de descomposición por un incendio.

⁴ Es posible que una batería de alto voltaje que arda no pueda apagarse por completo, sino que puede volver a inflamarse hasta que haya ardido por sí misma



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Identificación y descripción de los principales peligros

21 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

La composición química de las baterías de litio incluye sales reactivas, electrolitos orgánicos volátiles y otros aditivos; por lo tanto, durante el proceso de degradación, se forman varios compuestos peligrosos y corrosivos que pueden aumentar la contaminación del aire o ser arrastrados por el polvo en caso de que la batería se rompa mecánicamente. Un factor adicional es la formación de especies peligrosas y corrosivas durante el funcionamiento de las baterías de litio que son perjudiciales tanto para los seres humanos como para el medio ambiente (Christensen, et al., 2021).

Una batería Li-Ion funciona gracias a una reacción reversible de intercambio de un ion litio entre dos electrodos. El electrodo positivo se constituye generalmente de un óxido de metal de transición litiado (dióxido de cobalto o de manganeso) y el electrodo negativo es habitualmente de grafito. Este intercambio se realiza dentro de un electrolito líquido generalmente compuesto por la sal LiPF_6 (hexafluorofosfato de litio) en solución en una mezcla de carbonato de etileno y de carbonato de propileno o de tetrahidrofurano (Prevor, 2015). La combinación típica es LiPF_6 en carbonato de etileno que puede descomponerse fácilmente a PF_5 a temperaturas por debajo de $200\text{ }^\circ\text{C}$ y luego a POF_3 . Si se expone al aire húmedo (es decir, la mayoría de las atmósferas naturales), el POF_3 se hidroliza para producir ácido fluorhídrico (HF), una sustancia muy peligrosa y tóxica (Christensen, et al., 2021).

En caso de un daño accidental de las baterías, se puede producir una fuga del electrolito líquido de una batería Li-Ion, y es posible que este líquido contenga HF. En caso de exposición cutánea u ocular a un líquido procedente de una batería de Li-Ion, se puede producir una lesión química grave (Prevor, 2015).

La batería Li-Ion presenta también un riesgo de degradación mediante reacción violenta y peligrosa de combustión en caso de mal uso (fuga térmica). Esta reacción puede producirse en cuanto la temperatura de la batería supere los 65°C , y es muy probable cuando supera los 75°C . En caso de incendio de la batería, también se genera HF, aunque también se han detectado otros gases tóxicos como óxidos de carbonos particularmente (CO_2 y CO), además de alcanos y alquenos entre otros (Christensen, et al., 2021, Prevor, 2015).



Figura 8. Batería de Litio dañada e hinchada.

En trabajos de reparación o mantenimiento que no afecten al sistema de alto voltaje, se podrían presentar peligros por contacto dérmico, aunque no se considera una probabilidad elevada por daños dado que la batería presenta una carcasa de protección. En caso de incidente, por mal funcionamiento, o emergencia por incendio si se podría producir la exposición inhalatoria.

2.3. Peligros ergonómicos y psicosociales

La manipulación manual de grandes cargas, como son las baterías eléctricas de



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Identificación y descripción de los principales peligros



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

este tipo de vehículos (llegan a pesar cerca de 500 kg), pueden aumentar el riesgo de fatiga física y sobreesfuerzos.



Figura 9. Tamaño de una batería de alto voltaje de un VE.

Nota: en vehículos elevados mediante elevador u otros medios, se deberá prestar atención al cambio del centro de gravedad cuando se retiran del vehículo componentes como la batería eléctrica, debido a su importante peso. En la elevación de vehículos eléctricos con elevador o gato, se deberán situar los puntos de apoyo de acuerdo a los determinados por el fabricante como "puntos de elevación". Bajo ninguna circunstancia debe elevarse por las posiciones del depósito de combustible o la batería de alto voltaje. Especial atención a no entrar en contacto con batería ni componentes del sistema de AT.

En cuanto a los peligros de trastornos musculoesqueléticos derivados de posturas forzadas y mantenidas son del mismo tipo que las ya presentes en trabajos en vehículos de combustión.

En relación a los factores de riesgo psicosocial, se debe considerar la incertidumbre que genera en el trabajador/a la implantación de nuevas tecnologías, que puede acrecentar riesgos, como la sobrecarga mental ante la necesidad de conocer y aprender su manejo y control (Zyght, 2021).

2.4. Otros peligros

Algunos vehículos eléctricos contienen potentes imanes en sus componentes eléctricos. Si una persona que lleva un marcapasos u otro dispositivo médico está cerca de estas piezas, el dispositivo médico puede verse afectado por los imanes.

CAPÍTULO 3

Evaluación de riesgos



Para la manipulación y reparación de vehículos se debe, además de identificar los riesgos, realizar una evaluación de riesgos específica que recoja estos trabajos realizada por su Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, así como establecer procedimientos de seguridad que los trabajadores deberán conocer y aplicar.

A continuación se presenta un ejemplo a modo de plantilla, que podría utilizarse para la realización de la evaluación de riesgos y proposición de medidas. No obstante, cabe recordar que existen metodologías de evaluación más específicas y adecuadas para evaluar cierto tipo de riesgos higiénicos, ergonómicos y psicosociales, a las que se debe acudir en caso de que el riesgo no estuviese controlado

Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Evaluación de riesgos

Riesgo	Notas/objetivo de protección	Metodo de evaluación ^a	Valoración del riesgo ^b	Medidas correctivas (deficiencias graves en el momento de evaluar)	Medidas Preventivas Materiales y Técnicas	Medidas Preventivas organización, procedimientos de trabajo / instrucciones	Medidas Preventivas equipos de protección individual	Medidas Preventivas equipos de trabajo	Medidas Preventivas formación	Medidas de control periodico (control de eficacia)
1.0 Peligros mecánicos comunes a trabajos en vehículos con otros tipos de sistema de propulsión (motor)										
1.1 Caídas al mismo nivel.	Peligro de lesiones debido a caídas, torceduras, etc.	Evaluación cualitativa	Moderado (Probabilidad: Media, Consecuencias: Dañino).		Suelos firmes y planos, de fácil limpieza. Espacio de trabajo delimitado, mínimo dimensiones del vehiculo + 1 m.	Orden y limpieza. Medidas generales de seguridad: no dejar objetos en suelos.	Calzado de seguridad EN ISO 20345 SBP.		Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller.	Si. Control del orden y limpieza. Control del uso de EPI's.
1.2 Cortes y golpes	Peligro de lesiones debido a los bordes. Peligros debidos a golpes con herramientas.	Evaluación cualitativa	Moderado (Probabilidad: Media, Consecuencias: Dañino).			Procedimiento de compras con ficha de características a requerir de los EPIs y equipos de trabajo.	Guantes de protección mecánica EN 388 (X,2,X,2).	Disposición de carro portaherramientas y herramientas específicas de taller.	Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller.	Si. Control del estado de las herramientas. Control del uso de EPI's. Periodicidad mensual.
1.3 Caídas de objetos en manipulación y transporte	Peligro de lesiones por caída de objetos, componentes, herramientas, etc.	Evaluación cualitativa	Moderado (Probabilidad: Media, Consecuencias: Dañino).			Procedimiento de compras.	Calzado de seguridad EN ISO 20345 SBP.	Mesa elevadora tipo tijera para desmontaje de baterías. Grúa elevadora de motores. Soporte hidráulico.	Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller.	Si. Control de la utilización de equipos de manejo de cargas.
1.4 Caídas a distinto nivel	Peligro de lesiones debido a caídas a distinto nivel en acceso a zonas elevadas con vehículos sobre elevador.	Evaluación cualitativa	Tolerable (probabilidad=Baja, Consecuencias: Dañino)			Procedimiento de compras.		Escalera tipo tijera con plataforma dotada de barandilla perimetral.	Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller.	Si. Control de la utilización de escaleras establecidas en acceso a distinto nivel.

a Evaluación cualitativa: Valor del riesgo = Probabilidad X Consecuencia determinado por criterio del técnico actuante. El valor de riesgo asignado se establece en función de la situación en el momento de la evaluación. Esta valoración podrá variar en función de la adopción de medidas no adoptadas. En caso de haberse adoptado la totalidad de las medidas propuestas la valoración debe reflejar el riesgo, residual o aceptado, existente.

b La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.





Riesgo	Notas/objetivo de protección	Metodo de evaluación ^a	Valoración del riesgo ^b	Medidas correctivas (deficiencias graves en el momento de evaluar)	Medidas Preventivas Materiales y Técnicas	Medidas Preventivas organización, procedimientos de trabajo / instrucciones	Medidas Preventivas equipos de protección individual	Medidas Preventivas equipos de trabajo	Medidas Preventivas formación	Medidas de control periodico (control de eficacia)
2.0 Peligros eléctricos derivados del trabajo en vehículos híbridos y eléctricos.										
2.1 Shock eléctrico, quemaduras proyecciones de partículas	<p>Peligro de lesiones y parada cardiaca por contacto eléctrico directo e indirecto.</p> <p>Peligro de daños por circulación eléctrica, quemaduras y daños internos.</p> <p>Peligro de lesiones por arco eléctrico</p> <p>Peligro de lesiones por cortocircuito, proyecciones y quemaduras.</p>	Evaluación cualitativa	Moderado (probabilidad: baja, consecuencias: extremadamente dañino)		Existencia de lugar determinado para la intervención con suficiente espacio libre alrededor del vehículo y adecuado orden y limpieza.	<p>Evaluación del estado del vehículo antes de la intervención, en especial para vehículos dañados.</p> <p>Procedimiento de trabajo para la consignación de baterías.</p> <p>Norma de trabajo: cualquier desviación del procedimiento será autorizada por trabajador cualificado</p> <p>Autorización por escrito de trabajadores según su cualificación</p> <p>Los trabajadores autorizados realizan reconocimiento médico obligatorio anual.</p> <p>Procedimiento de compras de EPIs.</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual:</p> <p>Guantes de protección dieléctricos EN60903 clase 0.</p> <p>Guantes de protección mecánica EN388 (X,2,X,2)</p> <p>Pantalla facial EN166 "8".</p> <p>Ropa de protección EN50286</p> <p>Calzado de seguridad EN50321 clase 0</p>	<p>Herramientas de trabajo IEC60900</p> <p>Comprobador de tensión y multímetro CAT III.</p> <p>Equipos de delimitación (bolardos y cadenas) no conductores para delimitar el lugar determinado para la intervención con suficiente espacio libre alrededor del vehículo y adecuado orden y limpieza (1m libre mínimo).</p> <p>Señales normalizadas.</p> <p>Advertencia y prohibición</p> <p>Mantas aislantes y pinzas de fijación, cubreterminales aislantes y candados de consignación.</p> <p>Existencia de equipos que permitan mover los vehículos con los ejes motrices elevados (evitar generación de cargas).</p>	<p>Formación mínima para trabajo autorizado</p> <p>Formación específica en mediadas de actuación en caso de emergencia: RCP/Quemaduras eléctricas.</p> <p>Instrucciones de actuación, recurrir a persona cualificada, en caso de situaciones que hagan imposible seguir los procedimientos de trabajo.</p>	<p>Si.</p> <p>Control de la utilización de equipos de proteccion individual y de aplicación del procedimiento de trabajo. Periodicidad recomendada: mensual.</p>

a. Evaluación cualitativa: Valor del riesgo = Probabilidad X Consecuencia determinado por criterio del técnico actuante. El valor de riesgo asignado se establece en función de la situación en el momento de la evaluación. Esta valoración podrá variar en función de la adopción de medidas no adoptadas. En caso de haberse adoptado la totalidad de las medidas propuestas la valoración debe reflejar el riesgo, residual o aceptado, existente.

b. La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.



Riesgo	Notas/objetivo de protección	Metodo de evaluación ^a	Valoración del riesgo ^b	Medidas correctivas (deficiencias graves en el momento de evaluar)	Medidas Preventivas Materiales y Técnicas	Medidas Preventivas organización, procedimientos de trabajo / instrucciones	Medidas Preventivas equipos de protección individual	Medidas Preventivas equipos de trabajo	Medidas Preventivas formación	Medidas de control periodico (control de eficacia)
3.0 Peligros químicos derivados del trabajo en vehículos híbridos y eléctricos										
3.1 Inhalación, proyección y contacto con sustancias químicas peligrosas ^c	Peligro de contacto dérmico con sustancias químicas componentes de las baterías por fuga. Peligro por inhalación de sustancias químicas en caso de fallo de funcionamiento de la batería, por incendio/ explosión.	Evaluación cualitativa	Tolerable (probabilidad=Baja, Consecuencias: Dañino)		Disposición de material absorbente incombustible, bolsas para residuos.	Procedimiento de recepción de vehículos. Identificación de posible fugas de productos. Procedimiento de compras de EPIs.	Guantes de protección química contra productos corrosivos (electrolitos de baterías). EN 374. Categoría III, tipo B JKL Utilización de protección de los ojos contra salpicaduras.Tipo EN 166,3.	Disponer de soluciones frente a contacto con HF para su uso en piel y ojos.	Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller.	Si. Control de la utilización de equipos de protección individual y de aplicación del procedimiento de en caso de emergencia. Periodicidad anual.

a. Evaluación cualitativa: Valor del riesgo = Probabilidad X Consecuencia determinado por criterio del técnico actuante. El valor de riesgo asignado se establece en función de la situación en el momento de la evaluación. Esta valoración podrá variar en función de la adopción de medidas no adoptadas. En caso de haberse adoptado la totalidad de las medidas propuestas la valoración debe reflejar el riesgo, residual o aceptado, existente.

b. La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.

c. Respecto a los peligros de tipo higiénico, salvo en caso de incendio o fuga, la probabilidad de exposición por vía inhalatoria o contacto dérmico en baterías de litio y los trabajos realizados en el taller, tienen una probabilidad despreciable.



Riesgo	Notas/objetivo de protección	Metodo de evaluación ^a	Valoración del riesgo ^b	Medidas correctivas (deficiencias graves en el momento de evaluar)	Medidas Preventivas Materiales y Técnicas	Medidas Preventivas organización, procedimientos de trabajo / instrucciones	Medidas Preventivas equipos de protección individual	Medidas Preventivas equipos de trabajo	Medidas Preventivas formación	Medidas de control periodico (control de eficacia)
4.0 Peligros ergonómicos y psicosociales derivados del trabajo en vehículos híbridos y eléctricos.										
4.1 Manipulación manual de cargas (MMC) y posturas forzadas ^e	Peligros de sobreesfuerzo por MMC durante trabajos en los que se deba desmontar componentes pesados como la batería. Peligros de daños, trastornos músculo-esqueléticos por posturas forzadas durante el acceso a los puntos de desconexión y medición de ausencia de tensión.	Evaluación cualitativa Evaluación específica	Tolerable (probabilidad=baja, Consecuencias: Baja)		Existencia de lugar determinado para la intervención con suficiente espacio libre alrededor del vehículo y adecuado orden y limpieza Las derivadas de la evaluación específica.	Las derivadas de la evaluación específica.		Uso de medios mecánicos para la manipulación de cargas (baterías, etc.) Disponibilidad de banquetas aislantes o elevadores que permitan un acceso y alcance al punto de intervención.	Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller. Formación en MMC e higiene postural.	Las derivadas de la evaluación específica.
4.2 Factores psicosociales.	Sobrecarga por exigencias temporales (plazos de entrega ajustados). Jornadas diarias y semanales de trabajo variables, en ocasiones prolongadas. Introducción de avances tecnológicos. Falta de definición de las competencias y tareas a realizar.	Evaluación cualitativa Evaluación específica	Tolerable (probabilidad=baja, Consecuencias: Baja)			Definición clara de las funciones y competencias. Correcta planificación de los trabajos a realizar. Las derivadas de la evaluación específica.			Formación en riesgos y medidas preventivas generales de taller. Las derivadas de la evaluación específica.	Las derivadas de la evaluación específica.

^a Evaluación cualitativa: Valor del riesgo = Probabilidad X Consecuencia determinado por criterio del técnico actuante. El valor de riesgo asignado se establece en función de la situación en el momento de la evaluación. Esta valoración podrá variar en función de la adopción de medidas no adoptadas. En caso de haberse adoptado la totalidad de las medidas propuestas la valoración debe reflejar el riesgo, residual o aceptado, existente.

^b La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.

^e Respecto a los peligros de tipo ergonómico y psicosocial, se deberá tener en cuenta que en caso de no estar controlados a través de medidas ya adoptadas, será necesario para una correcta valoración la aplicación de métodos específicos.



Riesgo.	Notas/objetivo de protección.	Metodo de evaluación ^a	Valoración del riesgo ^b	Medidas correctivas (deficiencias graves en el momento de evaluar)	Medidas Preventivas Materiales y Técnicas	Medidas Preventivas organización, procedimientos de trabajo / instrucciones	Medidas Preventivas equipos de protección individual.	Medidas Preventivas equipos de trabajo.	Medidas Preventivas formación.	Medidas de control periodico (control de eficacia).
5.0 Peligros derivados de radiaciones y campos electromagnéticos en trabajo en vehículos híbridos y eléctricos										
5.1 Parada o alteración del funcionamiento dispositivos	Peligro de parada o alteraciones de dispositivos médicos, por ejemplo marcapasos, debido a la presencia de campos electromagnéticos (corriente eléctrica o imanes).	Evaluación cualitativa.	Tolerable (probabilidad=Baja, Consecuencias: Extremadamente dañino)		Señales normalizadas de advertencia. Delimitación de la zona de trabajo. Prohibición de acceso a persona no autorizada.	Aplicar el procedimiento de trabajo para la consignación de baterías. (Procedimiento contempla las señales y dónde situarlas). Los trabajadores autorizados realizan reconocimiento médico obligatorio anual.			Formación de los trabajadores autorizados en la aplicación del procedimiento de trabajo.	Si. Control de la utilización de la señalización de advertencia. Periodicidad recomendada: mensual.
6.0 Peligros térmicos derivados del trabajo en vehículos híbridos y eléctricos.										
6.1. Quemaduras	Peligro de lesiones por contacto con componentes y elementos a alta temperatura, baterías, sistema de refrigeración, etc. Peligro de lesiones por radiación UV en arco eléctrico.	Evaluación cualitativa.	Tolerable (probabilidad=Baja, Consecuencias: Media)		Señales normalizadas de advertencia en componentes del vehículo. Mantenimiento de las señales degradadas o faltantes.	Tiempo de espera, tras el funcionamiento del vehículo, antes de la intervención. Procedimiento de compras de EPIs.	Utilización de guantes de protección mecánica, Tipo EN 388 (X,2,x,2), sobre los guantes dieléctricos. Utilización de pantalla facial con protección UV. Tipo EN 166 "8".		Formación de todos los trabajadores ante emergencias.	Si. Control de la utilización de EPIs y de aplicación del procedimiento de trabajo. Periodicidad recomendada: mensual.
6.2. Incendio y Explosión.	Peligro de lesiones y daños materiales derivados de la actualización de un incendio. Peligros de intoxicación derivada de la presencia de gases de combustión de sistemas de VE.	Evaluación cualitativa.	Moderado (probabilidad=Baja, Consecuencias: Grave)		Señalización de equipos contra incendios y prevención de incendios y salidas de emergencia.	Procedimiento de valoración del estado del vehículo en recepción. Normas de actuación ante emergencia, detalladas en el documento "medidas de actuación ante emergencias". Procedimiento de compras de EPIs.	Guantes de protección química contra productos corrosivos (electrolitos de baterías) EN 374. Categoría III, tipo B JKL.	Pértiga aislante. Desfibrilador Botiquín Cizalla aislante Mantas aislantes Equipos de PCI propios del taller.	Formación de todos los trabajadores ante emergencias. Formación en actuación contra incendios equipos intervención.	Si. Simulacros anuales. Formación reciclaje cada 2 años. Revisión de botiquín (4 meses)

a Evaluación cualitativa: Valor del riesgo = Probabilidad X Consecuencia determinado por criterio del técnico actuante. El valor de riesgo asignado se establece en función de la situación en el momento de la evaluación. Esta valoración podrá variar en función de la adopción de medidas no adoptadas. En caso de haberse adoptado la totalidad de las medidas propuestas la valoración debe reflejar el riesgo, residual o aceptado, existente.

b La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.

CAPÍTULO 4

Medidas preventivas

- 4.1. Medidas organizativas según operación
- 4.2. Medidas preventivas: información adicional relativa a la formación
- 4.3. Medidas preventivas técnicas/materiales: lugar de trabajo o box eléctrico
- 4.4. Equipos de protección y herramientas frente a riesgo eléctrico
- 4.5. Medidas frente a emergencias
- 4.6. Medidas preventivas: gestión de la prevención y control periódico



Guía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

Las medidas preventivas a adoptar que se van a desarrollar en el presente apartado con objeto de eliminar o reducir los principales riesgos identificados en este tipo de trabajos⁵ (eléctricos, de incendio/explosión, químicos y ergonómicos y psicosociales), serán de tipo organizativo, de formación e información a los trabajadores, de protección colectiva e individual, técnicas/materiales, actuación frente a emergencias y de control de eficacia de las mismas.

Dada la complejidad y variedad de los trabajos que según el tipo de taller se pueden realizar, resulta de vital importancia realizar una identificación de los tipos de trabajo a realizar en vehículos eléctricos en estrecha colaboración con el responsable técnico del taller, antes de evaluar los peligros y establecer acciones preventivas. Se recomienda llegar al mayor grado de definición incluyendo todos los trabajos de diagnóstico.

Dichas medidas se deben basar en la determinación inicial del tipo de trabajo a

realizar y si éste será con, en proximidad de o sin tensión en los componentes- sistema eléctrico, así como, si éstos se realizarán sobre el propio vehículo o implicarán el desmontaje y trabajo en bancos. En cualquier caso, el objetivo básico, de acuerdo con los principios de la actividad preventiva, será la realización de los trabajos sin tensión. Por tanto, se deberá prestar especial atención a priorizar éstos con un procedimiento previo de consignación de baterías-sistema eléctrico para la puesta del sistema en estado inactivo o sin tensión⁶.

Adicionalmente se deberá considerar las medidas en diseño ya implantadas por el propio fabricante del vehículo. Los vehículos eléctricos e híbridos disponen de un sistema de alta tensión, así como, de una batería de alto voltaje que por su principio de funcionamiento requieren de un control de parámetros que en caso de salir de sus rangos de funcionamiento darán lugar a peligros, dejando el sistema eléctrico sin tensión o parando el funcionamiento de batería, inversor, etc.

5 En la presente GPP no se describen las medidas preventivas asociadas a peligros mecánicos comunes (caídas, proyecciones, etc.) puesto que son idénticas para cualquier taller y existe bibliografía abundante al respecto.

6 Se recomienda la lectura del supuesto práctico preventivo relativo a la consignación o puesta sin tensión de baterías durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos (SPP 1).



Consideración previa: medidas en diseño

Los vehículos eléctricos e híbridos disponen de una serie de medidas de prevención y protección ya implantadas en diseño que no deben alterarse salvo que sea bajo la supervisión y decisión de un trabajador cualificado. Entre ellas podemos mencionar:

- Todas las conexiones de línea/conectores son enchufables.
- Dispositivo de parada de emergencia.
- Cubiertas de las piezas con tensión que no están protegidas contra el contacto directo sólo pueden retirarse con herramientas o por destrucción.
- Desconexión de la tensión de red de a bordo al desconectar las conexiones de los enchufes mediante contactos de enchufe de cabeza para evitar los arcos voltaicos (la llamada "línea piloto")
- Desconexión de los circuitos al abrir varias tapas.
- La extracción de componentes/la apertura de tapas y cubiertas sólo es posible después de un tiempo mayor que el tiempo de descarga de la energía residual debido a la disposición mecánica.
- Identificación uniforme y claramente reconocible de todos los componentes de alta tensión, por ejemplo, líneas naranjas, adhesivos de advertencia en los componentes de alta tensión.
- Control del aislamiento de los conductores activos con respecto a la tierra del vehículo.
- Conexión de todas las partes conductoras del vehículo que se puedan tocar y que puedan estar bajo tensión en caso de avería mediante una conexión equipotencial de protección para evitar la formación de potenciales diferentes.

4.1. Medidas organizativas según operación

En cualquiera de los tipos de intervención realizados en un taller, cuando un vehículo eléctrico entra en un taller se establecen tres fases o etapas de actuación, durante las cuales se deben adoptar una serie de medidas para proceder a una revisión o reparación segura (AEDIVE y GANVAM, 2020).

Se debe considerar que el control de los peligros y el nivel de riesgo existente, recae en gran medida en la aplicación de forma correcta de procedimientos de trabajo adecuados.

Recepción

Al recibir un vehículo en el taller, y antes de proceder a ningún trabajo sobre el mismo, es preciso llevar a cabo las siguientes operaciones:

- Una identificación (se aconseja leer manual de instrucciones del vehículo u hoja

de rescate, si la lleva) así como una clasificación del vehículo desde el punto de vista de riesgo eléctrico (los vehículos híbridos o eléctricos que se han definido en este documento, presentan en todos los casos riesgo eléctrico por alta tensión).

- Colocar el vehículo en una zona habilitada para vehículos eléctricos e híbridos en el taller y señalizarlo como riesgo eléctrico por alto voltaje.

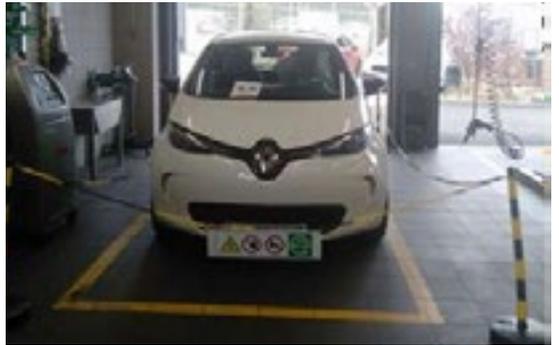


Figura 10. Delimitación y señalización de la zona de trabajo. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.



Gúia práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas

32 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

- Localizar los componentes eléctricos/híbridos del vehículo, e identificar si alguno ha sufrido algún daño. Antes de intervenir en un vehículo híbrido o eléctrico debemos hacer uso del equipo de diagnóstico para localizar cualquier tipo de avería. El vehículo, especialmente si presenta daños, se considerará con tensión en tanto no se determine la ausencia.
- En caso de un daño accidental de las baterías, además del posible riesgo eléctrico, se puede producir una fuga del electrolito líquido de la batería de litio, que entre otros presenta hexafluorofosfato de litio. Ésta sustancia es tóxica y corrosiva, pero además, en contacto con agua (hidrólisis) o por combustión, forma ácido fluorídrico (HF), vapor muy peligroso si se inhala o entra en contacto con la piel y ojos, produciendo lesiones graves (irritaciones, edemas pulmonares y quemadura químicas). En caso de contacto o inhalación seguir las medidas de actuación frente a emergencias comentadas más adelante.
- Cabe añadir, que en caso de daño o deformación sobre las baterías de un vehículo eléctrico, también se puede producir una fuga térmica, principal causa de accidentes de incendio/explosión⁷. La principal medida a adoptar en estos casos será mantener el coche en cuarentena en una zona exterior segura alejada de edificios, bajo control y supervisión y controlar la temperatura de la batería a distancia mediante el uso de cámaras termográficas o un termómetro láser. Si la temperatura supera el intervalo de seguridad, se deben preparar medidas de extinción para enfriar la batería de alto voltaje. En caso

de incendio, seguir las medidas de actuación frente a emergencias comentadas más adelante.



Figura 11. Coche eléctrico tras impacto frontal

- Los trabajos con posibilidad de contacto con componentes o sistema eléctrico se realizarán empleando los equipos de protección individual descritos en el apartado equipos. El trabajo deberá ser realizado, en tanto que es trabajo considerado en tensión, por un trabajador con formación y designación como autorizado para riesgos eléctricos.
- Las herramientas y equipos deberán ser de características adecuadas a la tensión de trabajo.

Reparación/Mantenimientos/Revisiones o comprobaciones

Cuando se vaya a realizar una reparación en un vehículo eléctrico se debe determinar si el trabajo se podrá realizar en el propio vehículo o será necesario desmontar algún componente. Al mismo tiempo se determinará que fases del trabajo se podrán realizar sin tensión y cuales con tensión o

7. Aunque no se detecten daños visibles en la batería de alto voltaje, puede producirse un cortocircuito interno de las celdas de iones de litio, lo que provocaría también una fuga térmica. Cuando se detecta un estado crítico, se muestra un mensaje de advertencia en la pantalla del panel de instrumentos.



Gúia práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

en proximidad de componentes en tensión. En cualquier caso, se deberá tener siempre como primera norma el seguimiento de las instrucciones del fabricante.

¿Cuándo es necesario desconectar la alimentación del pack de baterías para un trabajo? La respuesta correcta es "cuando así lo indique el manual de reparación del fabricante".

En los manuales de reparación se indica siempre si es o no necesario desconectar o no la alta tensión. Algunos incorporan una tabla específica que indica para qué trabajos debe establecerse el estado sin tensión (Launch Ibérica, 2022).

Hay algunos trabajos no relacionados directamente con la alta tensión que pueden requerir la desconexión. Por ejemplo, en algunos trabajos de mecánica de motor de vehículos híbridos se requiere retirar cableado de alta tensión u otro componente electrificado, lo que obliga a desconectar previamente la alta tensión del vehículo y asegurar contra una posible reconexión no deseada.

■ **Trabajos sin tensión, con consignación previa de la batería o desconexión del sistema eléctrico, en el propio vehículo**

• Se aplicará el procedimiento establecido por el fabricante, en el mismo se detallará el procedimiento de puesta fuera de tensión. En los vehículos eléctricos se pueden encontrar distintos sistemas para la desconexión o consignación de la fuente de energía:

- a) Desconexión directa mediante el conector principal de servicio⁸.
- b) Desconexión indirecta mediante una desconexión previa por el sistema de diagnóstico y posterior por desconexión de un interruptor de servicio que actúa abriendo el lazo de control (esta apertura desactiva la tensión en todos los componentes).
- c) Retirada de fusibles de alta tensión: se pueden retirar fusibles de aislamiento de la batería del motor o del compresor de climatización.

8. Se recomienda la lectura del supuesto práctico preventivo relativo a la consignación o puesta sin tensión de baterías durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos (SPP 1)



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos electricos.

Medidas preventivas

34 / 54

Página actual/ total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)

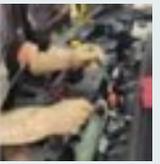


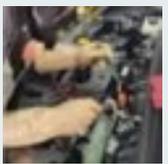
Ir a Portada



Comunidad de Madrid

A continuación se muestran los pasos principales de una desconexión o puesta fuera de tensión mediante los dos sistemas principales.

Puesta fuera de pensión directa	
Desconectar la fuente de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Bloquee y señalice el vehículo. • Apague el encendido. • Desconecte cable negativo de la batería de 12 V. • Comprobación y colocación de Epis. • Desconecte el interruptor o conector de servicio. 
Asegurar contra la reconexión	<ul style="list-style-type: none"> • Guarde la llave del coche. • Asegúrese de que no se puede iniciar la reconexión. 
Comprobar ausencia de tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Conecte el medidor. • Compruebe que no hay voltaje. 

Aislamiento de voltaje indirecto mediante prueba de diagnóstico	
Desconectar la fuente de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Apague el encendido y conecte el sistema de diagnóstico • Desconexión en vehículos con sistema de diagnóstico • Saque el tapón de mantenimiento. 
Asegurar contra la reconexión	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de que no se puede reiniciar. • Señalice el vehículo. 
Comprobar ausencia de tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Conecte el medidor. • Compruebe que no hay voltaje. 



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas

35 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

En el caso de la tercera alternativa, un sistema menos frecuente, los pasos a dar serían los mismos que en la “puesta fuera de tensión directa”, salvo que en lugar de desconectar el interruptor o desconector de servicio, se retira un fusible y se pone en cortocircuito.



Figura 12. Caja de fusibles de un vehículo.

- Este tipo de trabajos serán realizados por trabajadores autorizados.
- En aquellos casos en los que pueda realizarse el trabajo tanto en el vehículo como en banco una vez retirada la tensión, se podrá considerar a partir de ahí como la de cualquier otro vehículo, a excepción de la presencia del pack de baterías y el motor eléctrico.

■ **Para trabajos con tensión y/o proximidad en el propio vehículo**

- En caso necesario de ser realizado con tensión se aplicarán las siguientes medidas: procedimiento de trabajo en tensión, empleo de equipos de protección individual y trabajo descritos en el apartado 5.3, señalización y delimitación de la zona, empleo de elementos aislantes (tales como láminas o mantas) para cubrir elementos en tensión en la proximidad del punto de trabajo sin intervención directa sobre ellos,

realización de los trabajos por trabajador cualificado.

■ **Para trabajos en los que se deba desmontar componentes**

- Se aplicará el procedimiento establecido por el fabricante, en el mismo se detallará el procedimiento de puesta fuera de tensión.
- Desmontar el componente o componentes. Dado el peso de algunos componentes, se deben utilizar equipos que permitan la manipulación mecánica de éstos.



Figura 13. Equipos de elevación: mesa elevadora y elevador de columnas

- Una vez estén los componentes en la zona de trabajo se realizarán los trabajos de reparación, diagnósticos y



comprobaciones o mantenimiento sin tensión siempre que sea posible.

- En caso necesario de ser realizado con tensión se aplicarán las siguientes medidas: procedimiento de trabajo en tensión y/o proximidad, empleo de banco de trabajo de material plástico (no emplear metales, conductivos, ni madera que se vuelve conductiva por ensuciamiento), equipos de protección individual y de trabajo descritos en el apartado 5.3, señalización y delimitación de la zona, empleo de elementos aislantes (tales como láminas o mantas) para cubrir elementos en tensión en la proximidad del punto de trabajo. Este tipo de trabajos serán realizados por trabajadores cualificados.

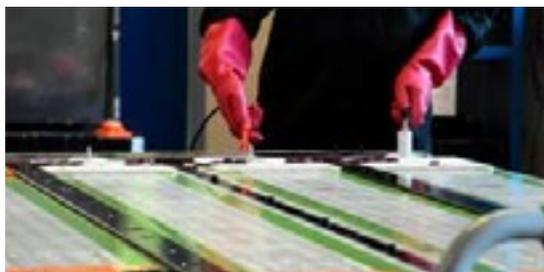


Figura 14. Trabajadores reparando batería de coche eléctrico.

Otras recomendaciones

Se presentan algunas otras recomendaciones a tener en cuenta, a la hora de la elaboración de los procedimientos de trabajo para la reparación, que los fabricantes han esbozado para trabajar con híbridos y eléctricos:

- Seguir las recomendaciones y los manuales con los procedimientos de los fabricantes. Hay que conocer estos procedimientos antes de comenzar las reparaciones.
- Usar el aceite adecuado: estos vehículos tienen compresores de aire acondicionado de alta tensión. Hay que utilizar un aceite de fábrica o de calidad para los compresores. Si el aceite no es de calidad puede contaminarse el sistema y hacer que se apague.
- No someter a las baterías a altas temperaturas (como es el caso de cabinas de pintura o similares). No se pueden calentar las baterías por encima de los 60° C. Si hay que realizar un trabajo de pintura o soldadura, hay que asegurarse de que las baterías no estén en el coche cuando se realizan los ciclos de secado a altas temperaturas o soldadura en zonas próximas a la batería.
- Evitar la realización de trabajos en zonas húmedas o con electricidad estática.
- Probar el voltaje en todo el vehículo antes de trabajar con él: Es recomendable esperar unos 10 minutos después de apagar el vehículo antes de empezar a trabajar. Además, hay que realizar las comprobaciones con el multímetro para asegurar que el voltaje del vehículo esté a 0.



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

- Conexiones: hay que apretar las conexiones de alta tensión correctamente según las especificaciones. Cualquier cable suelto de alta tensión puede provocar un incendio en todo el vehículo.
- Cableado: puede variar de un fabricante a otro. Los cables de alta tensión son de color naranja, mientras que los de color azul pueden tener entre 36 y 42 voltios. Los cables naranjas de alta tensión deben cambiarse completamente si están dañados.
- Evitar mover el vehículo durante las reparaciones, los componentes eléctricos de tracción pueden generar corriente al girar las ruedas, incluso completamente desconectados del resto del sistema.
- Proteger las conexiones eléctricas durante la reparación, pues la suciedad que pudiera acumularse puede producir malos contactos, y aumentos locales de la temperatura.
- Resulta imprescindible quitarse todos los objetos personales de metal que se lleven encima (joyas, relojes, pendientes, etc.) antes de empezar a manipular un vehículo eléctrico.
- **ATENCIÓN:** Una batería, pack, sigue manteniendo una cantidad de energía que puede provocar daños fatales aun cuando se ha consumido, por utilización, totalmente.

Entrega

Conviene implantar procedimientos de verificación y entrega, con el objeto de garantizar que la seguridad inherente por diseño

de estos vehículos se sigue manteniendo después de la reparación. Este procedimiento debe incluir los sistemas de recarga de las baterías, o la operación en modo híbrido.

Para mantener prueba documental del proceso, se debería acompañar de un registro que indique los trabajos realizados, la comprobación del sistema de diagnóstico del vehículo, y las comprobaciones funcionales realizadas al terminar las reparaciones.

Habitualmente los vehículos son lavados previamente a la entrega. Durante los trabajos de lavado se deberán seguir las instrucciones del fabricante, ante dudas y como premisa inicial se debe establecer la prohibición de uso de limpieza mediante agua a presión sobre componentes o en zonas que puedan afectar a componentes del sistema eléctrico, como puede ser el compartimento del motor o debajo del chasis. Antes de proceder al lavado, se debe comprobar que los tapas de acceso y las tapaderas de los enchufes de recarga (normal y rápida) están correctamente cerrados y por supuesto, no lavar el vehículo durante el proceso de recarga de la batería de tracción.

Este tipo de trabajos requieren niveles altos de concentración o incluso tareas de memorización. Todas ellas son situaciones en las que se pueden dar niveles altos de carga mental y como consecuencia pueden producirse síntomas de fatiga mental, que pueden ser causa de otros riesgos. Por ello es importante que cuando se introduzcan cambios tecnológicos en la empresa que supongan cambios en la forma de trabajar (nuevos procedimientos como la consignación de baterías), deberá preverse un tiempo de adaptación para el trabajador.



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas

38 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

4.2. Medidas preventivas: información adicional relativa a la formación

El artículo 19 de la Ley 31/ 1995 de prevención de riesgos laborales (LPRL), referente a la formación de los trabajadores, dispone que “el empresario garantizará que cada trabajador reciba formación en materia preventiva en el momento de su contratación, cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación será teórica y práctica, suficiente y adecuada y estará

centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador”.

La realización de tareas en vehículos eléctricos deben ser ejecutadas por trabajadores con la capacitación adecuada.

Las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en el lugar de trabajo se recogen en el Real Decreto 614/2001, en el que se categorizan a los trabajadores en función del nivel de formación que deben poseer, según el tipo de tareas o actividades a realizar.

Tabla 1. Resumen de la formación/capacitación mínima de los trabajadores

Clase de trabajo	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad		Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización	Sin ATEX presente	Con ATEX presente
Baja tensión	A	T	C	A	A	A	A	T	Como mínimo, A	C + P
Alta tensión	C	T	C + AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A	Como mínimo, A	C + P

T = cualquier trabajador

A = autorizado

C + AE = cualificado y autorizado por escrito

C + P = cualificado y siguiendo un procedimiento.

1. Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las empresas de trabajo temporal establece en su disposición adicional segunda que la puesta a disposición de trabajadores pertenecientes a empresas de trabajo temporal en trabajos con riesgo eléctrico con alta tensión podrá estar limitada por razones de seguridad y salud en el trabajo mediante los acuerdos interprofesionales o convenios colectivos a que se refiere el artículo 83 del Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, o la negociación colectiva sectorial de ámbito estatal. Ejemplo de ello son el III Convenio colectivo estatal de la industria, la tecnología y los servicios del sector del metal y el VI Convenio general del sector de la construcción.
2. La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente real decreto.

Fuente: (INSST, 2020)



Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el RD 614/2001.

Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Jefe de Trabajo: es el trabajador cualificado designado por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Las operaciones en instalaciones eléctricas, si las tensiones nominales son $\leq 1.000V$ (c.a.) y $\leq 1.500V$ c.c, se consideran de Baja Tensión. Esta denominación no es equivalente a la que se establece en los vehículos eléctricos en base al Reglamento 100 del CEPE:

	Instalaciones eléctricas		Vehículos eléctricos	
	AC	DC	AC	DC
Muy Baja Tensión	0-50V	0-75V	Baja Tensión	0-30V / 0-120V
Baja Tensión	50-1000V	75-1500V	Alta Tensión	30-1000V / 120-1500V
Alta Tensión	>1000V	>1500V		

En España, a diferencia de otros países en Europa como Francia y Alemania, no existe aún normativa sobre la formación reglada que deben disponer los diferentes trabajadores en función de los tipos de trabajos a realizar en este tipo de vehículos eléctricos. No obstante, tomando como base las normativas de otros países (Alemania y Francia), al tiempo que se da cumplimiento a la Ley 31/1995 de PRL y el RD 614/2001, se pueden distinguir tres tipos de capacitaciones en función de las tareas a realizar:

- **Trabajos básicos/generales no eléctricos y sin tensión (Tipo 1):** los que deben realizarse en los vehículos que no afecten directamente al sistema de alta tensión, por ejemplo: limpieza, comprobación de carga, cambio de ruedas o de aceite. Pueden ser realizados por trabajadores sin formación eléctrica previa alguna, pero con formación técnica general

en la reparación y mantenimiento de vehículos eléctricos bajo la supervisión del técnico responsable. Los trabajadores deben ser conscientes de los posibles riesgos eléctricos causados por el sistema de alta tensión a los que pueden estar expuestos durante su trabajo debido a acciones incorrectas o en caso de avería y ser instruidos en el uso correcto del vehículo.

- **Trabajos eléctricos sin tensión (Tipo 2):** describe los conocimientos técnicos para trabajar en sistemas de AT en estado libre de tensión. Este nivel de cualificación incluye todos los trabajos realizados en sistemas de AT en estado desenergizado. Para ello, es necesario poner fuera de servicio y volver a poner en servicio los sistemas de alta tensión de acuerdo con las especificaciones del fabricante o la aplicación y puesta en práctica de



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas

40 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

al menos las tres primeras reglas de las "Cinco Reglas de Seguridad". En relación al RD614/2001 se le consideraría un trabajador autorizado.

Trabajos eléctricos en tensión (Tipo 3): con la cualificación para trabajar en componentes de AT en tensión, se puede llevar a cabo la localización de averías en componentes de AT en tensión si no se puede desenergizar el vehículo o no se puede determinar la ausencia de tensión. Lo mismo se aplica a los trabajos en dispositivos de almacenamiento de energía bajo tensión y a los trabajos con un potencial de peligro correspondiente, por ejemplo, las pruebas de alta tensión según las instrucciones de trabajo. En relación al RD614/2001 se le consideraría un trabajador cualificado.

Así, el programa y la duración de la formación dependerá de cada caso, por lo que aportar tiempos de formación y temario se escapa del presente documento. Se recomienda a éste respecto, consultar la publicación "DGUV Information 209-93. Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen".

De manera no exhaustiva, se presenta el contenido formativo mínimo que un trabajador autorizado para la realización de trabajos de tipo 2, trabajos sin tensión incluyendo la consignación o puesta sin tensión, deberá conocer:

- Las características y tipo de vehículos eléctricos e híbridos.
- Esquemas generales de funcionamiento.

Tabla 2. Niveles de formación en trabajos con vehículos eléctricos



La obtención de la cualificación mediante formación de un trabajador para cada uno de los trabajos indicados anteriormente, dependerá de la formación y experiencia básica anterior del trabajador.

- Como saber identificar el tipo de vehículo (VE, VEH, Hidro...).
- Conocer las precauciones en la manipulación de vehículos eléctricos e híbridos.



- Conocimiento y uso del equipo apropiado.
- Conocer los peligros de la electricidad y poder analizar situaciones con riesgo eléctrico (localización, identificación, evaluación);
- Guía general de las cinco reglas de oro.
- Conocimiento de las medidas de protección frente a riesgo eléctrico.
- Procedimiento de puesta fuera de tensión de vehículos híbridos y eléctricos.



Figura 15. Las 5 Reglas de seguridad.

Dada la especialidad de los trabajos, y los conocimientos específicos, se recomienda que la formación sea impartida conjuntamente por el técnico de prevención, modalidad de organización de la empresa, y servicio/organismo de formación especializados en estas tecnologías. Se recomienda que se emita un certificado nominativo que acredite la formación.

A estos efectos, podrán considerarse como organismo de formación: empresas certificadoras, fabricantes de vehículos eléctricos y/o sus componentes, empresas o asociaciones debidamente acreditadas, o bien por

el jefe de taller, siempre y cuando este posea el título de “trabajador cualificado” y, en cualquier caso, de los conocimientos sobre el vehículo eléctrico y sus componentes. Esta formación se realizará en colaboración del servicio de prevención cumpliendo así los requisitos legales de la LPRL.

Por último, cabe mencionar en relación al resto riesgos identificados en esta GPP, que resulta indispensable informar a los trabajadores de estos riesgos y dar formación en relación a las medidas de actuación en caso de emergencias, manipulación manual de cargas y así como aquella que se estime necesaria tras la evaluación específica realizada para cada uno de ellos.

4.3. Medidas preventivas técnicas/ materiales: lugar de trabajo o box eléctrico

En el taller se debe disponer de una zona de trabajo o box eléctrico, un espacio habilitado por el taller, permanente o no, destinado a la reparación o mantenimiento de vehículos eléctricos, que deberán cumplir con las características habituales de los puestos de reparación en lo relativo a suelos, materiales de construcción de paramentos, etc. Adicionalmente, se deberá prever una delimitación y señalización en el suelo de los lugares destinados a situar el vehículo (ver Figura 10). Se dispondrá de un espacio mínimo correspondiente a las dimensiones del vehículo más un metro alrededor.

El box debe contar con equipamiento y herramientas adecuadas para realizar reparaciones o mediciones del voltaje del vehículo de forma segura. Se deberá contar con un banco de trabajo adecuado y por tanto no metálico. Son recomendables los



bancos de plástico, ya que incluso la madera puede conducir la electricidad si se mancha con aceites o grasas.

Se recomienda disponer de un banco o panel en el que poder almacenar adecuadamente, tanto los equipos de trabajo como los equipos de protección individual, así como carteles informativos con las instrucciones de actuación en caso de emergencia y los equipos necesarios para la actuación en estos casos.



Figura 16. Banco de trabajo y panel informativo.

También es aconsejable contar con puntos de recarga, ya que no sólo servirán para poder cargar vehículos mientras permanecen en el taller, sino también para encontrar y solucionar averías referidas a este sistema.



Figura 17. Punto de recarga.

4.4. Equipos de protección y herramientas frente a riesgo eléctrico

4.4.1. Equipos de protección individual (EPIs)

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales define EPI o Equipo de Protección Individual como "cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin".

Los EPI's constituyen la última barrera de defensa del trabajador y hay que tener en cuenta que los EPI's no conllevan una reducción del riesgo, sino principalmente una reducción de las consecuencias derivadas de que ese riesgo pueda ocasionar un accidente laboral. El EPI debe utilizarse según las indicaciones dadas por su fabricante. Para el trabajo seguro en un vehículo eléctrico, en tensión, existen EPI's obligatorios, así como otros recomendados.

Guantes de protección dieléctricos: EPI obligatorio que protege del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano (choque eléctrico), producido por el contacto físico con un elemento conductor, a diferente tensión.

- Deben cumplir la norma UNE-EN 60903 y ser como mínimo de categoría "00"o"0", que pueden aislar hasta 750 V y 1000 V respectivamente en corriente continua. En el marcado de los guantes dieléctricos debe aparecer la referencia a la normativa, el símbolo IEC 60417-5216 (doble triángulo: apropiado para trabajos en tensión). Se debe prestar especial atención al control de puesta en servicio y su retirada



una vez cumplida su vida útil, habitualmente de un año.



Figura 18. Guantes de protección dieléctricos y marcado.

- Previo a su utilización, se debe comprobar su estanqueidad (cerrar el extremo abierto y apretar el guante para ver si tiene pérdidas o fugas de aire o uso de probadores neumáticos). Se recomienda utilizar encima de los guantes dieléctricos, unos guantes de protección convencionales, para evitar daños en los guantes dieléctricos. Deben ser revisados periódicamente (entre 1 y 3 meses).



Figura 19. Colocación de guantes de protección mecánicos sobre guantes dieléctricos.

- El mantenimiento y limpieza de este tipo de guantes, deberá llevarse a cabo según las indicaciones del fabricante. A la hora de guardarlos, se hará en su embalaje.

Pantalla de protección contra impactos: EPI obligatorio, evita posibles quemaduras

por arco eléctrico en la cara ante posibles chispazos o cortocircuitos. Deben estar certificadas según UNE-EN 166. El número "8" es el símbolo del marcado que indica solidez ante el arco eléctrico de cortocircuito. Previo a su utilización, se debe comprobar que la pantalla no tiene daños ni rayaduras.



Figura 20. Pantalla de Protección

Calzado con protección dieléctrica: otro EPI obligatorio que evita el pase a tierra de la corriente eléctrica a través del cuerpo del operario. Debe cumplir la norma UNE-EN 50321 y puede ser suficiente la clase 00. Este tipo de calzado está elaborado con caucho o materiales poliméricos similares a los utilizados en los guantes dieléctricos. Antes de utilizar el calzado dieléctrico deberá comprobarse, visualmente, que en la suela no exista ninguna pieza metálica insertada, ya que ésta haría de conductor de electricidad, limitando la capacidad dieléctrica de dicho calzado.

Ropa de protección: mono protector contra descargas eléctricas. Se evitará realizar trabajos en vehículos eléctricos o híbridos con la ropa mojada, húmeda y/o impregnada de productos inflamables. Es necesario que sean de un textil aislante de la electricidad, como el algodón 100%. Debe cumplir la norma UNE-EN 50286 (500 v en corriente alterna o 750 v en corriente continua). Recomendable EN 13034: 2005 Protección productos químicos líquidos, EN ISO 11612:2008 Ropa de protección contra el calor y la llama. EN 61482-1-2 protección arco eléctrico.



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos electricos.

Medidas preventivas



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

Pértiga de salvamento o arnés de seguridad para rescate eléctrico: es una herramienta **opcional**, pero resulta recomendable que exista al menos una en el lugar de trabajo. Permite apartar a una persona en caso de quedarse electrocutada mientras manipula el sistema de alta tensión del vehículo, evitando que la persona que vaya a su rescate también se electrocute al intentar socorrer al accidentado. Existen tres tipos en función de la tensión de trabajo (45 KV, 66 KV y 90 KV). Para este tipo de trabajos sería suficiente con una pértiga de tensión de trabajo de 45 KV.



Figura 21. Pértiga de Salvamento

4.4.2. Equipos de protección colectiva: elementos aislantes y de consignación

Se debe disponer entre otros, de elementos con características aislantes para las tensiones de trabajo que permitan el aislamiento de componentes en tensión y los complementos para su fijación:

- Alfombras o banquetas aislantes: ambas tienen la misma función, proporcionar aislamiento al trabajador con respecto al suelo y evitar la circulación de corriente por el cuerpo a tierra a través de los

pies. Las banquetas aislantes están fabricadas conforme a la norma UNE 204001. Las alfombras en conformidad con la normativa IEC 61111 y clase 0 serían suficientes, ya que son válidas para una tensión máxima de trabajo de 1000V en CA y 1500V en CC.

- Elementos para la consignación que impidan la puesta no autorizada en tensión: candados, llaves o bridas.
- Mantas o cubiertas aislantes y capuchones para para cubrir terminales u otros que tras su desconexión puedan quedar en tensión (conectores, bornes de batería, etc.) y así evitar el contacto de éstas con la carrocería o el contacto accidental por parte del personal. Para su colocación se hará uso de elementos de sujeción, como pueden ser pinzas. Las mantas o cubiertas en conformidad con la normativa IEC 61112 y clase 0 serían suficientes, ya que son válidas para una tensión máxima de trabajo de 1000 V en CA y 1500 V en CC.



Figura 29. Alfombra, cubierta aislante, pinza y elemento de consignación.

4.4.3. Herramientas de trabajo y comprobación

Para minimizar el riesgo de contacto con alta tensión cuando se manipula un



vehículo eléctrico existen herramientas, y equipos, específicas con materiales aislantes. En concreto, los talleres deberán disponer de:

Herramientas manuales aisladas: con aislamiento mínimo de 1000V y certificadas por organismo competente (deben estar homologadas según norma IEC 60900 y llevar su correspondiente marcado).



Figura 22. Herramientas manuales aisladas

Comprobador de tensión: polímetro con detector de voltaje y una clasificación mínima de CAT III para 600V o superior en CC, con puntas aisladas y comprobación de aislamiento con alta tensión.



Figura 23. Comprobador de tensión y Multímetro

Megahómetro: equipo que será imprescindible para diagnósticos avanzados. Consiste en un aparato que sirve para

medir el aislamiento de los componentes que trabajan con alto voltaje.



Figura 24. Megahómetro

Termómetros y cámaras infrarrojas: funcionan según el mismo principio: detectan la radiación infrarroja y la convierten en una lectura de temperatura. Su uso está orientado al mantenimiento de instalaciones eléctricas y como instrumento de ayuda para encontrar fugas térmicas o anomalías electrónicas con rapidez y eficiencia.



Figura 25. Termómetro y cámara infrarroja

Equipos para la delimitación y distanciamiento: se debe disponer de equipos, no conductores, que actúen como delimitación, barrera y distanciamiento para evitar el acceso a zonas de riesgo por parte de trabajadores sin autorización para ello.



Figura 26. Postes de señalización y cadenas.



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas

46 / 54

Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

Material de señalización: se debe disponer de material para la señalización de riesgos en la zona de trabajo, así como para reponer la señalización de componentes cuando ésta se encuentra deteriorada. Este material deberá cumplir con los requisitos establecidos en el RD485/97. Se considera necesarios: señales de advertencia (riesgo eléctrico, presencia de campos electromagnéticos, riesgo de incendio, presencia de sustancias corrosivas) y de prohibición de acceso (a personas no autorizadas o personas con dispositivos médicos implantados).



Figura 27. Señalización de advertencia y prohibiciones



Figura 28. Delimitación y señalización de un vehículo.

Otros materiales: equipos para el movimiento y elevación de componentes

Se debe disponer, dado el peso de algunos componentes, de equipos que permitan la manipulación mecánica de éstos. La

presencia y manipulación de baterías eléctricas supone un factor de riesgo añadido a otras manipulaciones manuales de carga habituales en un taller como son la manipulación de ruedas, paragolpes, lunas, etc. Es conveniente disponer de equipos para el manejo mecánico, tales como carretillas o mesas elevadoras de las baterías eléctricas.



Figura 29. Transporte de una batería eléctrica.

También conviene disponer de elevador de coches y colocarlo a diferentes alturas en función del trabajo a realizar, con el objeto de disminuir el riesgo ergonómico por posturas forzadas durante los trabajos reparación de vehículos eléctricos.



Figura 30. Diferentes tipos de elevador.



Güía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

4.5. Medidas frente a emergencias

La empresa debe disponer y el técnico de prevención deberá elaborar, una serie de medidas de actuación en caso de emergencias, contemplando entre otras, las derivadas de la presencia y trabajos en vehículos híbridos y eléctricos: Accidente eléctrico, incendio/explosión⁹ y derrames o vertidos. Estas medidas deberán estar implantadas en cuanto a la designación y formación, incluida formación periódica, de los recursos humanos que intervendrán, los recursos materiales disponibles y la realización de simulacros u otras pruebas para comprobar su efectividad.

A continuación, se indican algunos elementos específicos que deberán tenerse en consideración a la hora de establecer las medidas de emergencia en talleres de servicio con trabajos en vehículos eléctricos e híbridos.

4.5.1. Accidente eléctrico

Se denomina accidente eléctrico al hecho de recibir una sacudida o descarga eléctrica, con o sin producción de daños materiales y/o personales. En caso de accidente eléctrico resulta necesario seguir un procedimiento de actuación y disponer de los elementos adecuados. Se debe disponer de botiquín de primeros auxilios (debe ser revisado cada 4 semanas) y sería recomendable disponer de un desfibrilador, una manta de aislamiento y cizallas aisladas para corte de cables.

La intervención debe considerarse como trabajo con riesgo de contacto eléctrico y, en consecuencia, la actuación deberá

realizarse siempre por parte de, al menos, dos trabajadores en previsión de un posible contacto eléctrico.

En cualquier caso, un socorrista no profesional debe atender a su propia seguridad a la hora de actuar para socorrer a una persona accidentada, respetando todos los pasos de la cadena de socorro de primeros auxilios (PAS):

PROTEGER

Un socorrista no profesional debe mantener su propia seguridad para prestar ayuda al accidentado. Antes de socorrer al accidentado, se debe proceder a su liberación de forma segura, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- En primer lugar se debe comprobar el estado de desconexión de la instalación. En caso de tensión, desconectarla si fuera posible (siguiendo lo establecido por el fabricante).
- Cuando no sea posible desconectar la corriente para liberar al accidentado del contacto eléctrico, el socorrista deberá protegerse utilizando una superficie aislante, pértiga de salvamento, banqueta o alfombra aislante, además de hacer uso de los EPIs correspondientes. Cuando se esté en alta tensión, se debe mantener una gran distancia de seguridad ante el peligro de que se produzca un arco voltaico.
- Se debe avisar a las personas no implicadas directamente en el accidente de que no deben tocar piezas que puedan estar bajo tensión (impedir el acceso a la zona de peligro).

9. En caso de incendio, las medidas deberán estar condicionadas a la decisión de actuación o no (derivación a los servicios de emergencia) ante caso de incendio con producción de humos de combustión.



- Mientras no se corte la corriente no estará permitido tocar al herido en ningún caso. De lo contrario, la persona que preste socorro correrá peligro de muerte.
- Si la ropa del accidentado ardiera, se apagaría mediante sofocación, echando mantas que no sean acrílicas por ejemplo, pero nunca se utilizará agua.

AVISAR

A se debe llamar inmediatamente a los servicios de emergencia. Las preguntas que se deberán contestar respondes los siguientes interrogantes:

- ¿DÓNDE se ha producido la emergencia?: indicación exacta de la dirección: localidad, calle, número, etc.
- ¿QUÉ ha sucedido?: tipo de emergencia, accidente eléctrico.
- ¿CUANDO? ¿Quién es el afectado? ¿Quién está al teléfono?.
- ¿CUÁNTOS heridos/afectados hay?
- ¿QUÉ TIPO de lesiones se han producido?: hemorragias, quemaduras, lesiones eléctricas.
- ESPERAR a posibles preguntas adicionales.

SOCORRER

Para proceder a socorrer al afectado, después de haberlo separado del contacto eléctrico mientras llega la ayuda, se procederá a la aplicación de primeros auxilios, si se dispone de formación. La formación se

deberá impartir una vez asignadas las funciones y periódicamente, se recomienda una periodicidad no superior a 4 años. Se debe disponer de botiquín de primeros auxilios (debe ser revisado cada 4 semanas) y es recomendable disponer de desfibrilador.

- Si la persona está consciente, respira y tiene pulso, controlar los signos vitales y esperar a que llegue el servicio de emergencia.
- Si la persona está inconsciente, no respira y no tiene pulso, iniciar reanimación cardiopulmonar (RCP) hasta la llegada de personal médico. Se deberá disponer de formación específica en técnicas de Reanimación Cardio Pulmonar (RCP) y recomendable en uso de desfibriladores.
- No mover a la víctima y prevenir hipotermia.
- En caso que la persona tenga quemaduras, colocar una venda, tapando las zonas quemadas con gasa estéril, si se puede conseguir o con una tela limpia.
- No dejar solo al accidentado, hasta que llegue el servicio de emergencia y pueda ser trasladado a un centro asistencial.

4.5.2. Incendio/Explosión

Generalmente, para que se produzca un percance o un incendio en un vehículo eléctrico o híbrido que afecte a las baterías, suele haber sufrido previamente una colisión o accidente, y será el servicio de emergencias y bomberos quién actúe. No obstante, ante un posible incendio de un vehículo eléctrico en un taller, deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones (AEDIVE y GANVAM, 2020):



Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas



Página actual/total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad de Madrid

- Debe asumirse siempre que la batería de alto voltaje y sus componentes asociados están totalmente cargadas. Los componentes eléctricos expuestos, los cables o las baterías de alto voltaje presentan riesgo de descarga de alto voltaje.
- Al producirse un incendio, existe un riesgo de electrocución añadido, ya que el aislamiento de los cables de alta tensión podría haberse consumido por el fuego. Al entrar en contacto con la carrocería, ésta podría tener tensión.
- Si el incendio no afecta a las baterías, se recomienda el uso de extintores de Co₂ o polvo seco tipo ABC, cumpliendo las instrucciones de uso y la distancia de seguridad.
- En caso de que se puedan ver afectadas las baterías del coche, llamar al servicio de urgencias (112), especificando que se trata de un vehículo eléctrico. En estos casos el objetivo será enfriar las baterías y así detener el incendio de las celdas de la batería. Para enfriar las baterías se requiere agua, pero en cantidades muy abundantes, aunque también está indicado cualquier extintor homologado, siempre que se cumplan las instrucciones de uso y se respeten las distancias de seguridad.
- Es recomendable disponer de mantas ignífugas que permiten controlar el incendio hasta la llegada de los servicios de emergencia, al tiempo que disminuyen la concentración de gases tóxicos en el ambiente y permiten minimizar la cantidad de agua necesaria a utilizar para sofocar el incendio.
- Se deberá considerar la posible presencia de electricidad lo cual hará incompatible el uso de agua sin medidas de protección previas.

4.5.3. Escapes, derrames o vertidos

Existe posible presencia de sustancias químicas y por tanto riesgo de exposición por inhalatoria contacto dérmico, por diferentes causas:

- Los venteos de los vapores de las baterías de alto voltaje pueden ser potencialmente tóxicos e inflamables..
- Los daños causados en el vehículo como en la batería de alto voltaje pueden ocasionar la liberación inmediata o retardada de gases tóxicos y/o inflamables y fuego.
- En caso de fuga del electrolito de una batería Li-ion, es posible que el líquido contenga ácido fluorhídrico, con capacidad de producir una lesión química grave. Conviene disponer de soluciones frente a contacto con HF para su uso en piel y ojos y un protocolo de actuación para su aplicación.

En caso de preverse la intervención por parte de personal de emergencia de la empresa ante la inhalación o contacto con alguna sustancia tóxica o corrosiva en un incendio o ante la presencia de humos y gases que se desprendan de la batería, se deberá disponer de los equipos de protección individual respiratoria adecuados, así como la asistencia médica urgente mediante formación para éste peligro, de los equipos de emergencia.

Ante la posibilidad de un derrame o vertido de electrolito de las baterías, según la batería, podrá tener efecto alcalino u otros. Se deberá en su caso prever de medios de actuación. Ante los peligros de contacto dérmico, y salpicaduras se dispondrá de EPIs, medios de neutralización y absorbentes no combustibles.



4.6. Medidas preventivas: gestión de la prevención y control periódico

Gúía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Medidas preventivas

Considerando que la incorrecta elección de un equipo de trabajo o protección individual, en lo relativo a las prestaciones de seguridad de éste, puede dar lugar a un riesgo grave, se deberán establecer los procedimientos, dentro del plan de prevención, que se consideren necesarios para asegurar la implantación y aplicación de las medidas preventivas. En particular se recomienda establecer un procedimiento de compras con detalle específico de las características de equipos de protección y trabajo con objeto de una adquisición adecuada.

Considerando que la fiabilidad humana es siempre menor a la aportada mediante sistemas técnicos y que el nivel de seguridad obtenido (valoración del riesgo), depende en gran medida de una correcta ejecución de los procedimientos de trabajo y de la utilización de los equipos de trabajo y protección establecidos, se deberán establecer medidas de control periódico, para comprobar la aplicación de procedimientos, uso de equipos de trabajo y protección y su eficacia. La periodicidad y persona encargada de la realización deberá ser decidida en cada caso una vez analizados, entre otros, los defectos identificados en las visitas de evaluación, siniestralidad de la empresa, etc.



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad
de Madrid

Bibliografía





Guía práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso de la Movilidad Eléctrica (AEDIVE) y la Asociación Nacional de Vendedores de Vehículos (GANVAM). (2020). Cuaderno de recomendaciones de seguridad en talleres de reparación y mantenimiento en lo que se refiere a vehículos híbridos y eléctricos.

<https://ganvam.es/wp-content/uploads/2020/10/Cuaderno-recomendaciones-Vehiculo-electrico.pdf>

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (2011). Summary of the Making Green Jobs Safe Workshop. (Nº 201). NIOSH.

<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2011201>

Bibliografía

Christensen, P. A., Anderson, P. A., Harper, G. D., Lambert, S. M., Mrozik, W., Rajaeifar, M. A., ... & Heidrich, O. (2021). Risk management over the life cycle of lithium-ion batteries in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148, 111240.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111240>



Página actual/
total

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). (2021). Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen. (Information 209-093). DGUV.

<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3982>

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). (2012). Training for work on vehicles with high voltage systems. (Information 200-006). DGUV.

<https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/904/training-for-work-on-vehicles-with-high-voltage-systems>



Ir al Índice

Ekas Informationsbroschüre. (2015). Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Umgang mit Hochvoltssystemen von Hybrid und Elektrofahrzeugen (EKAS 6281.d). Ekas Informationsbroschüre. Recuperado el 4 de noviembre de 2022.

https://www.agvs-upsa.ch/system/files/agvs/Berufsbildung/AlternativeAntriebe/ekas-broschuere-hochvolt-06281_d.pdf



Buscar: (ctrl + f)

European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) (2013). Foresight of new and emerging risks to occupational safety and health associated with new technologies in green jobs by 2020: Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2802/39554.

Health and Safety Executive (HSE) (s.f.). Electric and hybrid vehicles.

<https://www.hse.gov.uk/mvr/topics/electric-hybrid.htm>



Ir a Portada

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2020). Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico.

https://www.insst.es/documents/94886/96076/g_electr.pdf/46679419-d4cc-461e-8da1-4b2e65df9146



Comunidad de Madrid



Gúia práctica de prevención. Trabajos de mantenimiento de vehículos eléctricos.

Launch Ibérica (22 de febrero de 2022). Sistemas de alta tensión en el automóvil. Puntos de peligro y sistemas de seguridad.
<https://www.launchiberica.com/diagnosis-coches-hibridos-electricos/>

López Martínez, J.M. (2013). La electrificación del vehículo como medida de eficiencia energética en el transporte por carretera. Revista Anales de mecánica y electricidad, 90(4), 42-46.
https://revista-anales.icaei.es/web/n_21/pdf/seccion_2.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).
https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf

Bibliografía

Prevor ES (9 de septiembre de 2015). Baterías Li-Ion: ¿un peligro químico en el interior de nuestros coches? – PREVOR.
<https://www.prevor.com/es/baterias-li-ion-un-peligro-quimico-en-el-interior-de-nuestros-coches/>



Página actual/total

Real Decreto 109/2022, de 8 de febrero, por el que se establece el curso de especialización en Mantenimiento y seguridad en sistemas de vehículos híbridos y eléctricos y se fijan los aspectos básicos del currículo, y se corrigen errores de diversos reales decretos por los que se establecen certificados de profesionalidad. Boletín Oficial del Estado, núm. 34, de 9 de febrero de 2022, 16813-16862.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/08/109>



Ir al Índice

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Boletín Oficial del Estado, núm. 148, de 21 de junio de 2001.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/06/08/614/con>



Buscar: (ctrl + f)

Reglamento nº 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) – Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico [2015/505]. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 87, de 31 de marzo de 2015.
<https://www.boe.es/doue/2015/087/L00001-00064.pdf>



Ir a Portada

Wang, Q., Mao, B., Stolarov, SI y Sun, J. (2019). A Review of Lithium Ion Battery Failure Mechanisms and Fire Prevention Strategies. Prog. Energ. Combustion Sci, 73, 95–131.
<https://doi.org/10.1016/j.pecs.2019.03.002>

Wang, Q., Ping, P., Zhao, X., Chu, G., Sun, J. y Chen, C. (2012). Thermal Runaway Caused Fire and Explosion of Lithium Ion Battery. J. Power Sourc, 208, 210–224.
<https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.02.038>



Comunidad de Madrid

Zyght (2021). Riesgos laborales de ensamblaje y fabricación de vehículos eléctricos.
<https://www.zyght.com/blog/es/riesgos-laborales-de-ensamblaje-de-vehiculos-electricos/>



**HIGIENE EN EL
TRABAJO**

EJE GENERAL 5

**Riesgos específicos
en colectivos
de trabajadores**

Gúia práctica de prevención

Trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos



Instituto Regional de Seguridad
y Salud en el Trabajo
C/ Ventura Rodríguez, 7 - 28008 Madrid
Tfno. 900 713 123
www.comunidad.madrid