

Supuesto Práctico de Prevención (SPP)



Consignación o puesta sin tensión de baterías durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos

Autor:

Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid
Federación ASPA de Servicios de Prevención Ajenos.

Elaboración:

Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid.
Marcos Delgado Provencio y Diego Cañedo Rodríguez.
Federación ASPA de Servicios de Prevención Ajenos. Eva González-Menéndez y Óliver Martín.

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 SPP y permitirnos acceder a sus instalaciones para mostrarnos la ejecución de trabajos seguros con vehículos eléctricos.

Fecha:

Diciembre 2022.
Publicación en formato PDF

Las SPP son casos prácticos resueltos relativos a procesos o tareas específicas y realizadas en un sector productivo que pretenden configurarse en un reflejo de las actuaciones y actividades que, en caso de realizarse, conducirían a un nivel de prevención y protección adecuado. La resolución del caso práctico pone su énfasis en aportar información especializada que sirva de soporte para el análisis del técnico de Prevención de Riesgos Laborales en la identificación de los peligros más significativos, proceso de evaluación y medidas preventivas. En ningún caso, las SPP serán vinculantes, ni de obligado cumplimiento y deberán adaptarse a cada caso concreto.

1.-Introducción.

La irrupción de las nuevas tecnologías asociadas a vehículos híbridos (VEH) o híbridos enchufables (VEHE) o eléctricos (VE)¹, hace que las consideraciones de seguridad y salud a nivel de talleres sean bien distintas a los vehículos tradicionales y surjan riesgos emergentes que habrá que gestionar. En este tipo de vehículos 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 400 y 1000V. Por tanto, estamos ante un riesgo eléctrico nuevo que debemos controlar².

Aunque los vehículos eléctricos parecen llevar ya un gran tiempo entre nosotros, su implantación ha sido muy reducida hasta el momento. En consecuencia, no se dispone de estudios estadísticos de siniestralidad representativos. No obstante, se estima que se alcancen los 2.000 millones de unidades de automóviles en 2035, de los cuales un 2,5% serán vehículos con tecnología eléctrica. Por tanto, a menos que se adopten las medidas preventivas adecuadas, es previsible un aumento de la siniestralidad en los trabajos de mantenimiento y reparación de este tipo de vehículos.

Se considera que, antes de iniciar cualquier mantenimiento o reparación en un vehículo eléctrico o híbrido, y siempre que sea posible, es primordial dejar al vehículo sin tensión para garantizar la seguridad y salud en los trabajadores.

Por este motivo, el Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid (IRSST), en colaboración con la asociación de Servicios de Prevención Ajenos (ASPA-ANEPa), publica este Supuesto Práctico Preventivo (SPP) donde se presenta y resuelve un caso práctico relativo a la consignación o puesta sin tensión de baterías en vehículos eléctricos e híbridos.

Si bien este SPP está orientado para facilitar una información especializada de los nuevos riesgos, que facilite su identificación, evaluación y control, a los técnicos de prevención de riesgos laborales con conocimientos del sector de los talleres de servicio y que deban realizar su labor preventiva en los talleres de mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos, se recomienda la lectura de la Guía Práctica (GP) asociada, "Guía Práctica de Prevención de Riesgos Laborales

1 Cuando se quiera hacer alusión a los tres tipos de vehículos, se indicará "vehículos eléctricos", sin hacer uso del acrónimo.

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, de pilas de combustible y en los vehículos eléctricos.

durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos”, para tener una visión más amplia de este sector.

2.-Descripción de caso práctico: consignación o puesta sin tensión de baterías en vehículos eléctricos.

En la empresa TALLER PRACTICO, S.L., que tiene como actividad principal tareas de mantenimiento y reparación general multimarca de vehículos ligeros (mantenimiento y reparación de todos los componentes mecánicos y eléctricos), se ha producido un accidente muy grave derivado de un contacto eléctrico directo durante las operaciones de mantenimiento y reparación de un vehículo eléctrico (VE).

La investigación del accidente, realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales de su Servicio de Prevención, indica que el vehículo presentaba una avería en el compresor de alta tensión (AT) para la climatización por lo que el trabajador D. Fernando García se encontraba desmontando el compresor para su sustitución cuando, por causas desconocidas, sufrió un contacto eléctrico, derivado del cual entró en parada respiratoria.

Como causas principales del accidente, se ha identificado que el operario realizó la intervención en el vehículo sin consignar la batería, puesta sin tensión del sistema, no contaba con información ni formación específica, no portaba equipos de protección individual adecuados al riesgo derivado de la AT, no existía ningún procedimiento de trabajo específico y la evaluación de riesgos laborales no contemplaba trabajos en vehículos eléctricos y/o híbridos. Así mismo, también se identificó como causa, el exceso de confianza del trabajador, puesto que contaba con más de 20 años de experiencia en el sector, con puesto de electromecánico, pero nunca había trabajado con vehículos eléctricos.

Ante lo sucedido, la dirección del taller necesita que se proceda a la inmediata identificación y evaluación del riesgo eléctrico en los trabajos en Vehículos Eléctricos estableciendo una propuesta de las medidas preventivas a implantar.

En un primer análisis, por parte del técnico de prevención, juntamente con el jefe de taller, se ha identificado que los trabajos realizados en el taller (trabajos en componentes no eléctricos del vehículo y de sustitución de componentes eléctricos) pueden ser realizados sin tensión. Por tanto, se ha establecido como medida preventiva prioritaria el diseño e implantación de un procedimiento de consignación de la batería o puesta sin tensión del vehículo.

3.-Identificación y descripción de peligros eléctricos en trabajos de reparación y mantenimiento de vehículos eléctricos: Caso particular de trabajos de consignación o puesta sin tensión de baterías en vehículos eléctricos.

Tanto de forma general, durante todas las operaciones de mantenimiento, reparación o sustitución, como de forma particular en la consignación o puesta sin tensión de baterías de un vehículo eléctrico, se presentan situaciones que darán lugar a la presencia de números peligros³ que ya estaban presentes en operaciones con vehículos convencionales, pero también aparecerán nuevos peligros relacionados con la presencia de nuevos elementos de los sistemas de propulsión eléctrica.

El peligro eléctrico en los trabajos de mantenimiento y reparación, se debe principalmente a la presencia de energía eléctrica almacenada o generada⁴. El peligro principal será el derivado del contacto eléctrico directo o indirecto con elementos a tensión o que se han puesto accidentalmente en tensión. No obstante, no debe olvidarse los peligros de cortocircuito o defecto franco con proyección de partículas derretidas y presencia de radiación UV, y el posible arco eléctrico.

Se debe considerar como personas expuestas a estos peligros tanto a los trabajadores directamente implicados, como a otras personas que puedan estar presentes en el lugar de trabajo, y por tanto, susceptibles de recibir una descarga eléctrica si entran en contacto con los componentes del sistema eléctrico. 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 comprometido⁵.

El origen de la presencia del peligro, tensión eléctrica, no solamente se debe identificar con la energía eléctrica almacenada o generada, sino que en algunos vehículos eléctricos también se genera electricidad cuando se giran las ruedas. Si el vehículo eléctrico se mueve empujando el mismo (como en un taller o después

3 Ver Guía Práctica de Prevención de Riesgos Laborales durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos elaborada por el IRSST, en colaboración con ASPA-ANEPA.

4 Los voltajes presentes en vehículos eléctricos son significativamente más altos (actualmente hasta 650 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

5 Existe un peligro eléctrico cuando se trabaja en el sistema AT o 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.

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.

En relación al SPP propuesto es importante destacar que durante la aplicación de un procedimiento de consignación de la batería, dado que persiste la presencia de tensión, en tanto no se compruebe su ausencia, se presentarán los mismos peligros.

A modo resumen, durante los trabajos de reparación, y en particular durante la consignación de la batería, podemos encontrar los siguientes peligros de origen eléctrico:

- Peligro de lesiones y parada cardíaca por contacto eléctrico directo e indirecto.
- Peligro de daños por circulación eléctrica, quemaduras y daños internos.
- Peligro de lesiones por arco eléctrico.
- Peligro de lesiones por cortocircuito (proyecciones y quemaduras por partículas y UV).

4.-Evaluación del riesgo eléctrico de la consignación o puesta sin tensión de baterías durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos.⁶

| Riesgo. | Notas/objetivo de protección. | Metodo de evaluación | Valoración del riesgo | Medidas correctivas (deficiencias graves en el momento de evaluar) | Medidas Preventivas organización, procedimientos de trabajo / instrucciones. | Medidas Preventivas: equipos de protección individual. | Medidas Preventivas: equipos de trabajo. | Medidas Preventivas: formación. | Medidas de control periódico (control de eficacia). |
|---|--|-------------------------------------|---|--|--|---|---|---|--|
| Shock eléctrico, quemaduras proyecciones de partículas | <ul style="list-style-type: none"> • Peligro de lesiones y parada cardiaca por contacto eléctrico directo e indirecto. • Peligro de daños por circulación eléctrica, quemaduras y daños internos. • Peligro de lesiones por arco eléctrico • Peligro de lesiones por cortocircuito, proyecciones y quemaduras. | Evaluación cualitativa ⁷ | Moderado (probabilidad: baja, consecuencias: extremadamente dañino) | | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del estado del vehículo antes de la intervención, en especial para vehículos dañados. • Procedimiento de trabajo para la consignación de baterías. • Norma de trabajo: cualquier desviación del procedimiento será autorizada por trabajador cualificado • Autorización por escrito de trabajadores según su cualificación • Los trabajadores autorizados realizan reconocimiento médico obligatorio anual. • Procedimiento de compras | <ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual: <ul style="list-style-type: none"> - Guantes de protección dieléctricos EN 60903 clase 0. - Guantes de protección mecánica EN 388 (X,2,X,2) - Pantalla facial EN 166 „8“ - Ropa de protección EN50286 - Calzado de seguridad EN50321 clase 0 | <ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de trabajo IEC60900 • Comprobador de tensión y multímetro CAT III. • 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). • Señales normalizadas. Advertencia y prohibición • Mantas aislantes y pinzas de fijación, cubreterminales aislantes y candados de consignación. • Existencia de equipos que permitan mover los vehículos con los ejes motrices elevados (evitar generación de cargas) | <ul style="list-style-type: none"> • Formación mínima para trabajo autorizado • Formación específica en mediadas de actuación en caso de emergencia: RCP / Quemaduras eléctricas. • Instrucciones de actuación, recurrir a persona cualificada, en caso de situaciones que hagan imposible seguir los procedimientos de trabajo. | Si. Control de la utilización de equipos de protección individual y de aplicación del procedimiento de trabajo. Periodicidad recomendada: mensual. |

⁶ La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.

⁷ 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.

5.-Medidas preventivas frente a los peligros eléctricos de la consignación o puesta sin tensión de baterías durante trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos⁸.

5.1.- Medidas preventivas relativas a la organización / procedimientos de trabajo / instrucciones.

Evaluación del estado del vehículo, antes de la intervención, en la zona de recepción del taller. Los vehículos, especialmente aquellos que presentan daños, se considerarán con tensión en tanto no se determine la ausencia de ésta.

En la zona de recepción, el jefe de taller (persona cualificada para realizar trabajos en vehículos eléctricos) debe realizar una primera valoración por inspección visual junto con los medios de diagnóstico del vehículo. Para realizar el diagnóstico, el taller contará con un sistema informático que facilite el acceso a la información técnica de los vehículos eléctricos, según modelo. De forma particular, el diagnóstico se centrará en:

- Clasificar al vehículo desde el punto de vista de riesgo eléctrico. En el SPP, los vehículos híbridos o eléctricos presentan riesgo eléctrico por alta tensión.
- Valorar tanto si el vehículo se encuentra averiado o accidentado, como si su sistema eléctrico se encuentra activo o ha sido consignado. En caso de estar activo, se procederá a señalizar la zona, así como a delimitar y señalizar de riesgo eléctrico para posteriormente aplicar, en caso de ser necesario, el procedimiento de consignación de la batería descrito en el apartado siguiente.
- Identificar la avería o mantenimiento a realizar. Para facilitar esta identificación se empleará la información del fabricante, diagnóstico del propio vehículo (pantalla en salpicadero) y el sistema de diagnóstico por ordenador conectado al vehículo (figura 1). Se determinará el estado de los componentes eléctricos/híbridos del vehículo para identificar si alguno ha sufrido algún daño.
- En caso de un vehículo accidentado sin daños en el sistema eléctrico, se podrá realizar la intervención de reparación en este taller.
- Emitir la correspondiente orden de trabajo indicando los trabajos a realizar, si los trabajos se deberán realizar sin tensión, así como la obligación de aplicar el procedimiento de consignación de baterías elaborado⁹.

⁸ La principal medida preventiva será la aplicación de procedimientos de trabajo tanto en la zona de recepción como en la zona de reparación de vehículos ("procedimiento de consignación de baterías o puesta sin tensión de vehículo eléctricos").

⁹ ¿Saber si es necesario desconectar la alimentación del pack de baterías? La única respuesta correcta para saber cuándo se debe realizar una desconexión según el trabajo a realizar es "cuando así lo indique el manual de reparación del fabricante".



Figura 1. Comprobación mediante diagnóstico.

Procedimiento de trabajo para la consignación de baterías o puesta sin tensión del vehículo en la zona de reparación del taller.

Antes de aplicar el procedimiento de consignación de baterías o puesta sin tensión del vehículo, los trabajadores deberán consultar el sistema de información de la web: <http://rescuesheet.info/>. En esta web, y tras introducir la marca y modelo del vehículo a reparar, se podrá acceder a las fichas de rescate de los fabricantes donde se detalla como realizar la desconexión de la alta tensión y donde se encuentra ubicado el desconectador (aspecto fundamental para realizar correctamente los trabajos de consignación). De forma particular, en el menú izquierdo de la web, pinchamos en "Descargar".

The image shows a screenshot of the ADAC Rescue Sheet website. At the top, the text "Rescue Sheet" is displayed in a large, dark font, with the ADAC logo (a yellow square with "ADAC" in black) to its right. Below the main title, there is a navigation menu on the left with a red warning triangle icon and the text "Rescue sheet on board". The menu items are: "Hoja de Rescate", "Cómo llegar", "Descargar", "Qué hacer", "preguntas frecuentes", "Apoyamos la idea", and "Contacto". The "Descargar" item is highlighted. To the right of the menu, the text "Hojas de rescate" is followed by a paragraph of introductory text in Spanish. Below this, there are several lines of text providing instructions on how to find and download the rescue sheets, including a list of languages: "Inglés, Checo, Alemán, Italiano, Portugués, Español, Holandés". At the bottom of the page, there are two input fields labeled "Marca" and "Enlace".

Figura 2. Acceso a hoja de rescate.



Figura 3. Ejemplo de ficha del Renault Zoe 2: Detalle de ubicación, acceso y funcionamiento del desconectador.

Procedimiento de consignación de baterías o puesta sin tensión de vehículos eléctricos¹⁰.

El proceso de consignación de baterías únicamente puede ser realizado por trabajadores autorizados, que aparte de su conocimiento electro-mecánico, hayan recibido la formación teórica-práctica y dispongan de la acreditación específica, que se obtiene a través de una empresa especializada en prevención de riesgos laborales (ver apartado de medidas preventivas relativas a la formación). El procedimiento de trabajo constará de los siguientes pasos:

- Sitúe el vehículo en la zona habilitada para vehículos eléctricos e híbridos en el taller. La zona cumplirá los requisitos establecidos en el apartado de medidas preventivas materiales y técnicas de este SPP.
- Nunca trabaje sólo, debe haber dos personas como mínimo en el taller, para poder ayudar a la persona en peligro en caso de producirse un problema.

¹⁰ El procedimiento de trabajo para la puesta fuera de tensión del vehículo deberá ser ajustado al tipo de vehículo, según fabricante.

- Asegúrese de que el vehículo no está conectado en modo de carga (a la red eléctrica o a un poste de carga rápida). Si lo está, se deberá desconectar antes de continuar el procedimiento.
- Inmovilizar el vehículo. Poner el selector de marchas en la posición P (Parking) y retirar la llave del contacto. Guarde la llave en un lugar alejado del vehículo y sin acceso a personal no autorizado.
- Coloque la señalización perimetral, bolardos y cadenas plásticas, y las señales de advertencia y prohibición.



Figura 4. Delimitación y señalización de la zona de trabajo. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

- Retire todos los objetos metálicos que porte (anillo, cadenas, etc.). Colóquese los Equipos de Protección Individual (EPIs) correspondientes al trabajo eléctrico que se va a realizar, en particular: guantes de protección contra riesgo eléctrico de manga larga y guantes de protección mecánica sobre estos, ropa protectora de arco, pantalla de protección facial y calzado de protección contra riesgo eléctrico.
Compruebe los EPIS antes de su uso de acuerdo a las instrucciones dadas en la formación impartida. (Ver apartado de medidas relativas equipos de protección individual para mayor detalle). De forma general se tendrá en cuenta para:
 - Guantes: realizar inspección visual e hinchado.
 - Pantalla: comprobar que no existen grietas o desperfectos.

- Calzado de seguridad: comprobar que no hay elementos metálicos clavados en la suela.



Figura 5. Colocación de EPIs. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

- Desconecte la batería de arranque, batería de servicio, y cualquier otra batería auxiliar si procede.
- Localice el interruptor o conector de servicio, y desconéctelo¹¹.



Figura 6. Desconexión de la alta tensión. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

¹¹ Los vehículos, de manera general, disponen de dos modos de desconexión del sistema eléctrico. El modo de desconexión más habitual es mediante la desconexión del interruptor principal de servicio que es el aplicado en éste procedimiento. Otros vehículos disponen de una desconexión previa mediante el ordenador de diagnóstico y posterior desconexión de un interruptor auxiliar de servicio que actúa sobre la línea piloto. También existen otras alternativas como la retirada de un fusible en lugar de la desconexión del interruptor de servicio

- Esperaremos 5-10 minutos antes de proceder con el siguiente paso para permitir la descarga de electricidad remanente que pueden contener los condensadores del inversor.
- El procedimiento en esta fase, concluye al comprobar que al inversor no le llega tensión de la batería de tracción. Para ello se verifica la ausencia de tensión entre los bornes del extremo del conector principal de la batería o en el inversor entre los dos cables provenientes de la batería (positivo y negativo). El comprobador de tensión será únicamente el aportado por la empresa, CAT III, y se realizará una prueba de funcionamiento previa y posterior a su uso. (Ver apartado de medidas preventivas relativas a equipos de trabajo para mayor información sobre los comprobadores). En particular se tendrá cuidado con el uso de multímetros no adecuados a tensión y a la función de comprobación.



Figura 7. Comprobación de ausencia de tensión. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

- Prevenir cualquier posible retroalimentación: coloque el candado en el conector de servicio o utilice otro medio que impida que los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación contra cualquier reconexión involuntaria o no deseada (figura 8). De esta manera solo usted podrá realizar de nuevo la reconexión, una vez finalizada la reparación.
- Proteger los elementos en tensión que puedan resultar accesibles una vez efectuado el corte¹². (Pueden utilizarse elementos aislantes como pantallas,

¹² Una vez retirada la tensión se podrá considerar el vehículo sin tensión, a excepción de la presencia del pack de baterías y el motor eléctrico.

perfiles, vainas, capuchones, etc.). En caso necesario se emplearán elementos de sujeción, pinzas, igualmente aislantes para las tensiones de trabajo.

- Señalizar convenientemente mediante la colocación de cartel indicativo en el candado del conector de servicio o en el volante del vehículo, que el vehículo se encuentra sin tensión.



Figura 8. Colocación de tarjeta y conector de servicio en el volante. Fuente: imagen cedida por Feu Vert Ibérica, S.A.

- Una vez el vehículo se encuentra sin tensión, se podrá realizar la intervención necesaria o reparación, de manera similar a la operación en un vehículo convencional.
En caso de duda sobre la necesidad de retirar la batería derivado del tipo de intervención a realizar (por ejemplo trabajos de soldadura que pueden afectarla), se deberá consultar con el Jefe de taller.
- Una vez finalizada la reparación, se deberá proceder al restablecimiento del suministro eléctrico, es decir, a la reconexión de los elementos que, en cumplimiento del procedimiento, anteriormente se han dejado sin tensión. Esta tarea también deberá ser efectuada por un trabajador autorizado. En cualquier caso, la reposición de la tensión no podrá iniciarse hasta haber finalizado los trabajos de reparación (sustitución, reglaje, etc.), es decir después de haberse retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables, y de recoger todas las herramientas y equipos utilizados de la zona de trabajo.

A continuación se resumen de forma esquemática los principales pasos del procedimiento de puesta fuera de tensión y consignación del sistema eléctrico de vehículos eléctricos.

| Puesta fuera de tensión 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. |  |

Por último, el procedimiento incluye una serie de precauciones a modo de recordatorio:

- 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 hay que asegurarse de que las baterías no estén en el coche cuando se realizan los ciclos de secado a altas temperaturas.
- 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 de que el voltaje del vehículo esté a 0 V.

- 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.
- Una batería sigue manteniendo una cantidad de energía que puede provocar daños fatales aun cuando se ha consumido por utilización totalmente.

5.2.-Medidas preventivas y equipos de protección individual (EPIs).

En el taller analizado se ha dotado de diferentes equipos de protección individual a cada uno de los trabajadores autorizados para la aplicación del procedimiento de consignación¹³:

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.

- Se ha optado por guantes clase "00", norma UNE-EN 60903, con objeto de cubrir la máxima tensión posible en los vehículos eléctricos y evitar confusiones, por parte de los trabajadores, a la hora de elegir el guante según la tensión máxima de trabajo. Se ha establecido una revisión periódica, mensual, por el jefe de taller y previa a cada utilización por el propio usuario. La sustitución de los EPIs, guantes, será anual (vida útil según fabricante).
- Junto a los guantes de protección eléctrica y sobre éstos, se ha establecido el uso de guantes de protección mecánica, ya existentes en el taller, con objeto de evitar daños mecánicos en el guante de protección eléctrica. Se ha considerado que estos guantes de protección mecánica también proporcionan suficiente protección contra contactos térmicos

¹³ Los trabajadores referidos han sido formados sobre las características de protección, usos, comprobaciones, limpieza y almacenamiento de los EPIs. entregados.

involuntarios, y no mantenidos, que puedan producirse con elementos del sistema eléctrico del vehículo.

- Se ha dotado de fundas protectoras para el almacenamiento de los guantes de protección eléctrica entre usos.



Figura 9. Guantes de protección eléctrica y mecánica.

- Se ha realizado una formación específica sobre los equipos de protección individual, guantes dieléctricos, incluyendo: limitaciones, modo de uso, limpieza, cuidado, almacenamiento, verificación previa a su uso y vida útil.

Pantalla facial contra impactos: se ha dotado de una pantalla facial con protección contra radiación ultravioleta y proyecciones por arco eléctrico. UNE-EN 166. "8". Igualmente se ha impartido información sobre la verificación previa a su uso.



Figura 10. Pantalla de protección

Calzado con protección dieléctrica: se ha dotado de calzado de protección dieléctrica, de uso obligatorio UNE-EN 50321 clase 0. Se ha impartido información sobre la verificación previa a su uso.

Ropa de protección: como ropa de protección se ha establecido el uso de mono protector contra descargas eléctricas. norma UNE-EN 50286 (500 v en corriente alterna o 750 v en corriente continua).

5.3.-Medidas preventivas relativas a equipos de trabajo.

5.3.1.-Herramientas de trabajo y comprobación.

Herramientas manuales aisladas: se dispone de herramientas con aislamiento mínimo de 1000V y certificadas por organismo competente (según norma UNE-EN IEC 60900).



Figura 11. Maletín de herramientas aisladas.

Comprobador de tensión y multímetro: se ha dotado de un comprobador de tensión y multímetro con detector de voltaje con marcado CE y una clasificación de CAT III para 600V o superior en CC según UNE-EN 61010, con puntas aisladas.



Figura 12. Comprobador de tensión y Multímetro

5.3.2.-Equipos para la delimitación y distanciamiento.

Existencia de un lugar específico y señalizado para la intervención, que cuente con suficiente espacio libre alrededor del vehículo, así como con un adecuado orden y limpieza.

En la zona de trabajo para cada puesto de reparación-mantenimiento se ha establecido un área dedicada con una superficie mínima del vehículo más 1 m

alrededor del mismo, señalizada en el suelo mediante líneas de señalización. Se utilizarán elementos 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: cadenas, postes de señalización y cartelería.



Figura 13. Elementos de delimitación y señalización de la zona de trabajo. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

Se ha establecido un panel en el taller, próximo a los puestos de reparación, con un recordatorio del procedimiento de consignación y soportes para los equipos de trabajo y de protección individual.



Figura 14. Panel del taller. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

5.3.3.-Material de señalización.

La señalización de riesgos en la zona de trabajo, así como para identificar el estado del vehículo una vez consignado, podrá ser la siguiente:

- Advertencia: riesgo eléctrico, presencia de campos electromagnéticos (advertencia dirigida primordialmente a personas con dispositivos médicos implantados), peligro de incendio, peligro de productos corrosivos, situación del estado vehículo consignado para intervención en el mismo.
- Prohibición: Prohibido el paso a persona no autorizada, prohibido el paso a persona con dispositivos médicos implantados.
- Señales autoadhesivas para reponer la señalización de componentes cuando ésta se encuentra deteriorada.



Figura 15. Señalización de advertencia y prohibiciones. Cartel identificativo del estado del vehículo. Fuente: imágenes cedidas por Feu Vert Ibérica, S.A.

5.3.4.-Otros materiales auxiliares de protección.

Entre estos elementos con características aislantes para las tensiones de trabajo, se ha dotado de: cubiertas aislantes, pinzas de sujeción y elementos para la consignación que impidan la puesta no autorizada en tensión.



Figura 16. Cubierta aislante, pinza y elemento de consignación.

5.3.5.-Otros materiales: equipos para el movimiento y elevación de componentes.

Existencia de equipos de trabajo que permitan mover los vehículos eléctricos con los ejes motrices elevados para evitar generación de cargas.

El traslado de vehículos accidentados y/o averiados, que no se desplazan por sí mismos, deberá realizarse mediante de carros de ruedas con objeto de evitar la generación de cargas por desplazamiento rodado.



Figura 17. Coche sobre carros de rueda

Dado el peso de algunos componentes se ha dotado de una mesa elevadora que permite la manipulación mecánica, principalmente de la batería, cuando deben retirarse componentes.



Figura 18. Mesa elevadora

Los puestos designados para la realización de trabajos de reparación/mantenimiento, box-eléctricos, ya se encontraban dotados de elevador de vehículos ligeros de dos columnas.



Figura 19. Elevador de vehículos

5.4.-Medidas preventivas relativas a la formación.

Los trabajadores tendrán la formación adecuada¹⁴.

La realización de tareas en vehículos eléctricos, y en particular la desconexión y conexión de alta tensión en un vehículo eléctrico, deben ser realizadas por trabajadores con la capacitación adecuada. En el caso de la consignación y puesta sin tensión de baterías en vehículos eléctricos se considera que los trabajadores deberán contar con formación mínima como trabajador autorizado, de acuerdo con el RD614/2001, para trabajos con riesgos eléctrico en vehículos eléctricos e híbridos.

En nuestro taller se ha decidido la realización de una formación, no sólo del personal directamente implicado en los trabajos sobre vehículos eléctricos sino a todo el personal, que se distribuye según tareas y riesgo de exposición:

- Trabajos sin tensión y consignación de baterías o puesta sin tensión: describe los conocimientos técnicos para trabajar en sistemas de AT, en estado libre de tensión y para la puesta previa en estado sin tensión. En relación con el 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, se le consideraría un trabajador autorizado. Se ha impartido a todos los trabajadores que realizarán el procedimiento de consignación de baterías establecido. De acuerdo con la formación básica de los trabajadores, electricidad general del vehículo, se ha establecido una duración de 8-10 h.
- Trabajos en tensión: con la cualificación para trabajar en componentes de AT en tensión. En relación con el RD614/2001, de 8 de junio, se le consideraría un trabajador cualificado. Se ha impartido esta formación al jefe de taller. Dada la formación básica y experiencia de más de un año, en trabajos en sistemas eléctricos del vehículo, se ha establecido una duración de 24h.

5.5.- Medidas de actuación en caso de emergencia.

Adopción de medidas de emergencia contemplando la presencia y trabajos en vehículos híbridos y eléctricos: Accidente eléctrico e incendio.

14 Dada la especificidad de los trabajos, la formación debe ser impartida conjuntamente por el técnico de prevención del servicio de prevención ajeno (modalidad de organización del supuesto), y el servicio u organismo de formación especializados en estas tecnologías. Deberá emitirse un certificado nominativo que acredite la formación.

Se deberán establecer las medidas y normas de actuación adecuadas y documentadas frente a emergencias. Las medidas se implantarán mediante la formación de todo el personal, la designación de las personas encargadas de actuación y la dotación de los recursos materiales específicos necesarios.

Así mismo, se procederá a la comprobación de la efectividad de las medidas de emergencia establecidas mediante su revisión con una periodicidad anual, mediante simulacros, preferentemente.

Los recursos materiales para la actuación en caso de emergencia serán los siguientes:

- Dotación de los equipos dispuestos en lugar próximo y visible de los puestos de trabajos de intervención en vehículos eléctricos, "box-eléctrico".
- Dotación de cartel con resumen de las normas de actuación junto a los recursos materiales.
- Dotación de pértiga aislada: Pértiga de salvamento eléctrico: Pértiga de tensión de trabajo de 45 KV.).
- Banqueta o alfombra aislante: separación física del accidentado.
- Extintores de Co₂ o polvo seco tipo ABC,
- Dotación de guantes de protección química.
- Dotación de botiquín de primeros auxilios (debe ser revisado cada 4 semanas) y desfibrilador
- Dotación de material absorbente incombustible para la recogida de posibles derrames de fluidos de batería y bolsas de desechos.
- Dotación de una botella lavaojos.



Figura 20. Material de actuación ante emergencias.

A continuación, se indican las normas y medidas principales establecidas:

- Designación de dos trabajadores, por turno, encargados de la intervención en caso de emergencia con objeto de asegurar, al menos de uno, la presencia en todo momento. No obstante, se habrá dado formación a todos los trabajadores autorizados sobre el procedimiento de actuación.
- Formación en actuación ante un accidente eléctrico con contacto mantenido, incendio y actuación en primeros auxilios específica en RCP (reanimación

cardio respiratoria) y quemaduras de carácter eléctrico. La formación se repetirá cada cuatro años.

- En el caso específico de una emergencia por contacto eléctrico con tensión mantenida, se deberá:
 - Colocar guantes de protección eléctrica
 - Proceder al corte de la tensión del vehículo por parte del jefe de taller (persona cualificada) en caso de que fuera posible.
 - Utilizar la pértiga aislante para la retirada del accidentado del contacto en tensión.
 - Alejar al accidentado de la zona.
 - Avisar a los servicios de emergencia.
 - Delimitar la zona afectada.
 - 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.

5.6.-Medidas de control periódico y sistema de gestión de la prevención

Control de la utilización de equipos de protección individual y de aplicación del procedimiento de trabajo. Periodicidad recomendada: mensual.

Dado que el nivel de seguridad obtenido depende en gran medida de la correcta aplicación de los procedimientos de trabajo y la utilización de los equipos de trabajo y protección establecidos por parte de los trabajadores, se deben establecer medidas de control específicas. De forma general, se realizarán dos tipos de control para velar por el cumplimiento de los aspectos anteriormente citados:

- Mensual y realizado por el técnico de prevención.
- Diario y realizado por el jefe de taller.

Elaboración de procedimiento de compras.

Se establecerá un procedimiento de compra, conjuntamente entre el técnico de prevención y el departamento de compras del taller que incluirá una ficha individual de cada equipo de protección individual y de trabajo a adquirir. Las fichas recogerán tanto las características que debe cumplir cada equipo como su vida útil.

6.-Bibliografía.

- 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>
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2002). *Protección individual de los ojos. Especificaciones* (UNE-EN 166:2002). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0026750>
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2005). *Trabajos en tensión. Guantes de material aislante* (UNE-EN 60903:2005). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0034360>
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2005). *Vestimentas aislantes de protección para instalaciones de baja tensión* (UNE-EN 50286:2000 CORR:2005). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0032749>
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2011). *Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales* (UNE-EN 61010-1:2011). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0047601>
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2018). *Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes* (UNE-EN 50321-1:2018/AC:2018-08). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0060698>
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2020). *Trabajos en tensión. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1 000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua* (UNE-EN IEC 60900:2020/AC:2020-05). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0064672>
- 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>

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

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

***Consignación o puesta sin tensión de baterías
durante trabajos de mantenimiento o reparación
en vehículos eléctricos***

**Instituto Regional de Seguridad
y Salud en el Trabajo**

c/ Ventura Rodríguez 7

28008 – Madrid

900 713 123

