

Diagnóstico y reparación de baterías de alta tensión de vehículos eléctricos

Índice

1. Abstract	4
2. Precauciones	6
3. Diagnóstico inicial	8
4. Averías en las baterías de alta tensión	9
4.1. Daños en la carcasa	9
4.2. Averías en componentes internos	13
5. Información de los fabricantes sobre reparación de baterías	17
6. Comprobaciones en la batería tras una intervención	20
6.1. Aislamiento	20
6.2. Equipotencialidad	22
6.3. Estanqueidad	23
7. Conclusiones	25

Por Juan Carlos Hernández Primitivo
Técnico de Desarrollo e Investigación. Movilidad CASE

01

Abstract

La batería de alta tensión es una parte fundamental de los vehículos electrificados, entendiendo como tales tanto los híbridos (incluyendo los enchufables) como los totalmente eléctricos. Además, es su componente más caro, llegando a suponer entre 1/3 y la mitad de su precio. Por ello, ante una avería de la batería, la posibilidad de reparación adquiere gran importancia. Y no solo por el motivo económico, sino también por la logística que implica su transporte como recambio y razones de sostenibilidad.

En este documento recogemos las principales conclusiones de un estudio llevado a cabo en Cesvimap acerca de la verificación de baterías de vehículos eléctricos con máquinas de diagnóstico de diferentes marcas y proveedores, con el fin de determinar las averías más frecuentes, reflejando los valores y parámetros reglamentarios que nos indican las marcas de los vehículos eléctricos. Analizamos también las posibilidades de reparación de estas baterías y las comprobaciones a realizar tras cualquier intervención para garantizar que recuperen un perfecto estado de funcionamiento.

En cualquier intervención han de cumplirse los requisitos recogidos en el *“Reglamento n. 100 de las Naciones Unidas. Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico.”* En este reglamento se recogen las especificaciones que han de observar las baterías de alta tensión del vehículo eléctrico. Y en él nos basaremos al afrontar cualquier reparación.

The high-voltage battery is a fundamental component of electrified vehicles, understood to include both hybrid vehicles (including plug-in hybrids) and fully electric vehicles. It is also their most expensive component, accounting for between one third and one half of the vehicle's total cost. For this reason, when a battery failure occurs, the possibility of repair becomes particularly significant. This importance is not solely economic, but also relates to the logistical implications of transporting the battery as a replacement part, as well as to sustainability considerations.

This document presents the main conclusions of a study carried out by Cesvimap concerning the verification of electric vehicle batteries using diagnostic equipment from different manufacturers and suppliers. The objective of the study was to identify the most frequent faults, based on the values and regulatory parameters specified by electric vehicle manufacturers. The analysis also addresses the repair possibilities for these batteries and the checks that must be performed after any intervention in order to ensure that they are restored to a fully operational condition.

*Any intervention must comply with the requirements set out in **United Nations Regulation No. 100: Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train**. This regulation establishes the specifications that must be met by high-voltage batteries in electric vehicles and constitutes the regulatory framework on which all repair operations must be based.*

02

Precauciones

En primer lugar, recordemos cómo tratar de modo seguro cualquier vehículo electrificado, puesto que funcionan con alta tensión. Por normativa, en caso de siniestro en el que se haya activado algún sistema de retención (pretensores o airbags), el sistema de alta tensión debe desconectarse. Si no se han activado ninguno de esos sistemas, el vehículo seguirá disponiendo de alta tensión; deberemos poner el vehículo fuera de tensión en los siguientes casos:

- Cuando se vaya a manipular alguno de los componentes de alta tensión.
- Cuando se vaya a trabajar en las inmediaciones de componentes de alta tensión accesibles.
- Cuando se vayan a realizar soldaduras o trabajar con herramientas de corte.
- Siempre que se trabaje con vehículos accidentados.

Mención especial merece la batería de alta tensión (HV), donde siempre se almacena energía y cualquier manipulación de la misma entraña un gran riesgo. En el siguiente diagrama podemos ver la secuencia a seguir con un vehículo que presente problemas en esa batería.

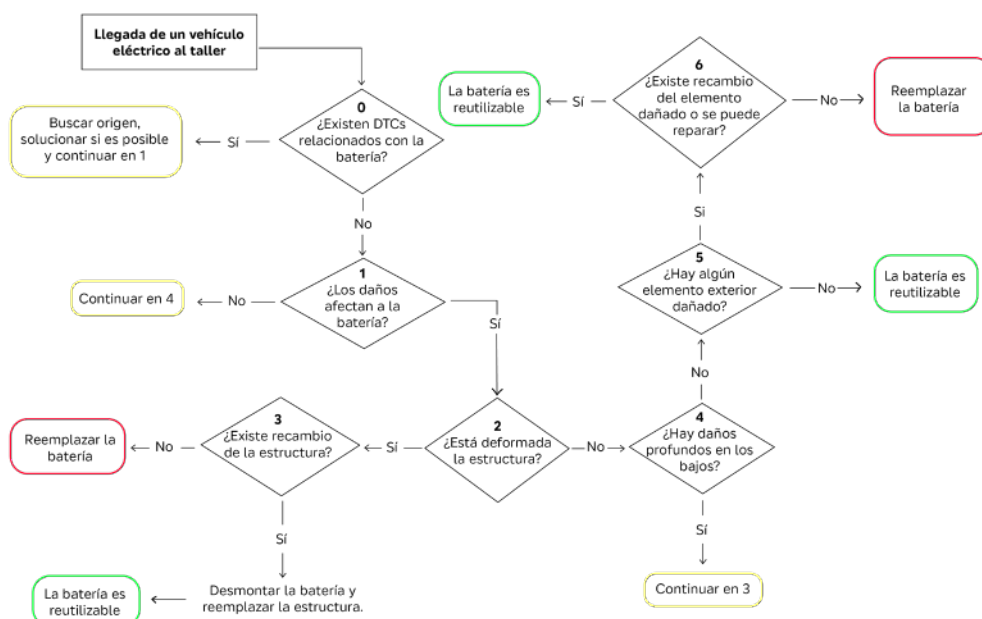


Diagrama 1. Proceso a seguir en caso de avería en la batería de alta tensión

Fuente: Cesvimap

Si la batería presentase algún daño, el esquema de actuación sería el siguiente:

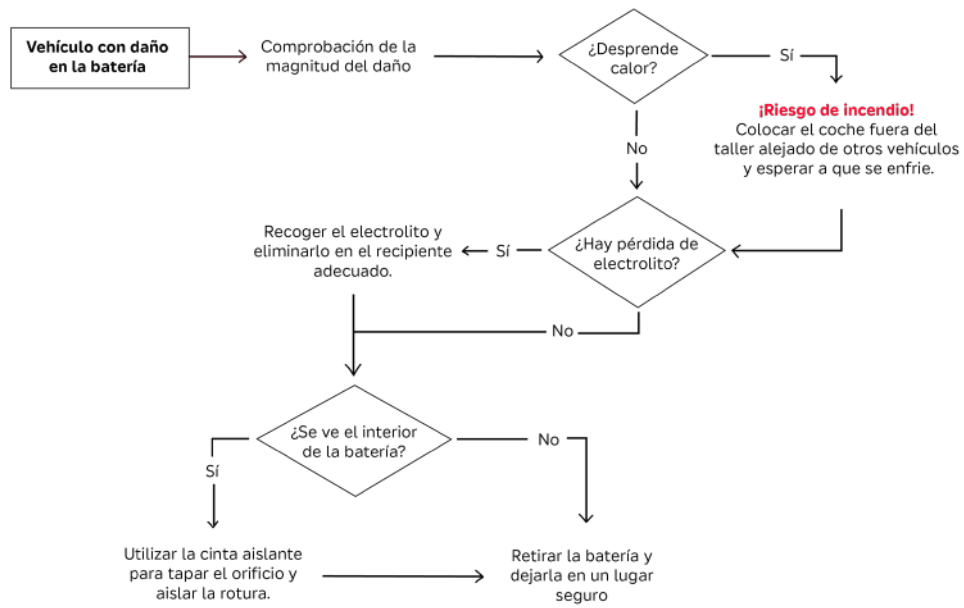


Diagrama 2. Proceso a seguir en caso de daños en la batería de alta tensión
Fuente: Cesvimap

03

Diagnosis inicial

Tras haber asegurado eléctricamente el vehículo, el primer paso para la verificación de la batería de alta tensión de un vehículo electrificado comienza con un equipo de diagnosis, comprobando:

- **Consulta de DTC's** (*Diagnostic Trouble Codes*). Estos códigos indican el error o problema que puede presentar la batería, facilitando su reparación.
- **Lectura de parámetros.** Han de estar dentro de los valores preconizados por el fabricante.

Entre todos ellos, los parámetros consultables más relevantes de la batería de alta tensión son:

- **Lectura de errores (DTC):** Observar cuáles son los errores que aparecen en el sistema de alta tensión del vehículo. En caso de aparecer un defecto es muy interesante conocer la "fotografía" del vehículo en el momento de su aparición: lectura del cuentakilómetros, velocidad del vehículo, fecha y hora de ocurrencia...
- **SOC (*State of Charge*):** Parámetro que muestra el estado de carga de la batería HV en valores energéticos o porcentuales.
- **SOH (*State of Health*):** Parámetro que determina la salud de la batería. Es la relación entre la capacidad que tenía la batería cuando era nueva y la actual, expresada en porcentaje. Viene a decir cuál es el estado de la batería, en cuanto a prestaciones y rendimiento.
- **Voltaje de las celdas:** Si una de las celdas se encuentra más descargada que el resto, el BMS (*Battery Management System*, Sistema de Control de la Batería) se encarga de controlar el voltaje de cada celda y de balancearlas, si es necesario; en definitiva, las celdas más cargadas van a cargar a las más descargadas. También es importante que la diferencia de voltaje entre ellas no exceda de ciertos valores. Por ejemplo, Toyota indica en sus baterías de NiMH que, si la diferencia entre el mayor voltaje y el menor de las celdas es superior al 20%, la batería no está bien.
- **Temperatura de la batería.** Diferentes sensores a lo largo de la batería informan al BMS para controlar este dato.
- **Historial de modos de carga:** Se centra en los tipos de carga (lenta o rápida) y en los ciclos de carga/descarga.

04

Averías de las baterías de alta tensión

Centrándonos en las averías en sí de la batería de alta tensión, podemos distinguir dos grandes casuísticas:

- Daños en la carcasa por golpes en los bajos del vehículo.
- Averías en componentes internos.

4.1. Daños en la carcasa

La carcasa es el almacén que almacena los módulos de la batería y los protege. Están conformadas con materiales capaces de soportar impactos, además de evitar que un fuego se pueda propagar con rapidez para dar tiempo a los pasajeros a evacuar el vehículo. Estos materiales suelen ser acero laminado o aluminio extruido.

En el caso de daños en la carcasa, los fabricantes permiten la reparación de ciertos daños, dependiendo de su localización, extensión y profundidad. Esa reparación puede implicar la apertura de la batería para comprobar la integridad del sistema de refrigeración. En caso de no permitirse la reparación, la solución pasaría por la sustitución de la carcasa o parte de ella, suministrada como recambio; de no suministrarse, sería necesario cambiar la batería al completo.

4.1.1. Reparación de la carcasa. Lo que dicen los fabricantes

Por otro lado, también hay ocasiones en las que se daña la carcasa; por ejemplo, por golpes en los bajos del vehículo. Ya hay fabricantes que permiten ciertas reparaciones en esa carcasa exterior, siempre con la previsión de que no se haya dañado el circuito de refrigeración (climatización) de la batería.

Como ejemplo de la comprobación de los daños en una batería se va a utilizar uno de los documentos que Citroën utiliza en su modelo eléctrico C4. En este documento, uno de los puntos más relevantes para la casuística en los siniestros es la evaluación de los daños en la parte baja de la batería.

De modo resumido, el proceso de comprobación empezaría con un control dimensional de la batería para valorar si hay deformaciones superiores a las permitidas.

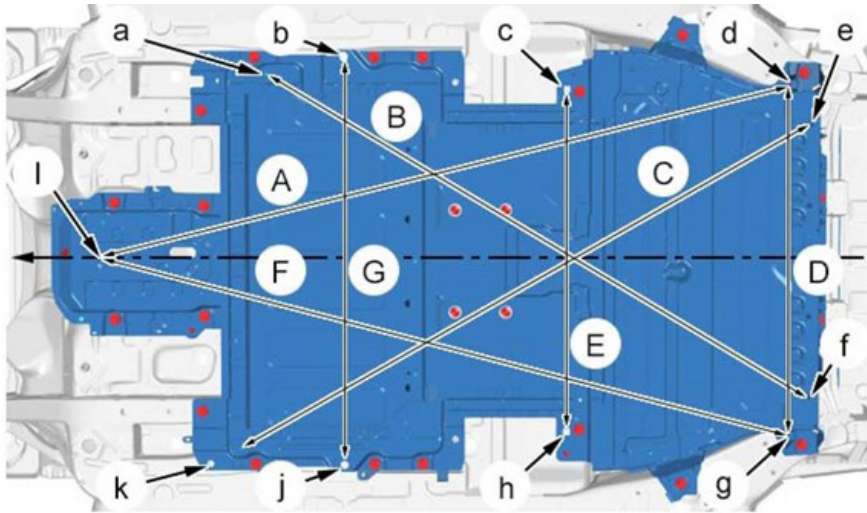


Ilustración 1. Control dimensional de la carrocería
Fuente: Citroën

Una vez comprobado que las medidas están dentro de tolerancias, se indican mediante colores las zonas en las que se permite cierta deformación (ver ilustración 2) y la profundidad máxima admitida de cada una para su reparación.

Marca	Color	Denominación
	Azul	Traviesa (zona de apoyo de la regla de aluminio)
	Rojo	Zona de deformación
	Amarillo	Deformación admitida inferior a 4 mm
	Verde	Deformación admitida entre 4 y 10 mm

Ilustración 2. Leyenda de zonas (por colores) y profundidad de las deformaciones permitidas

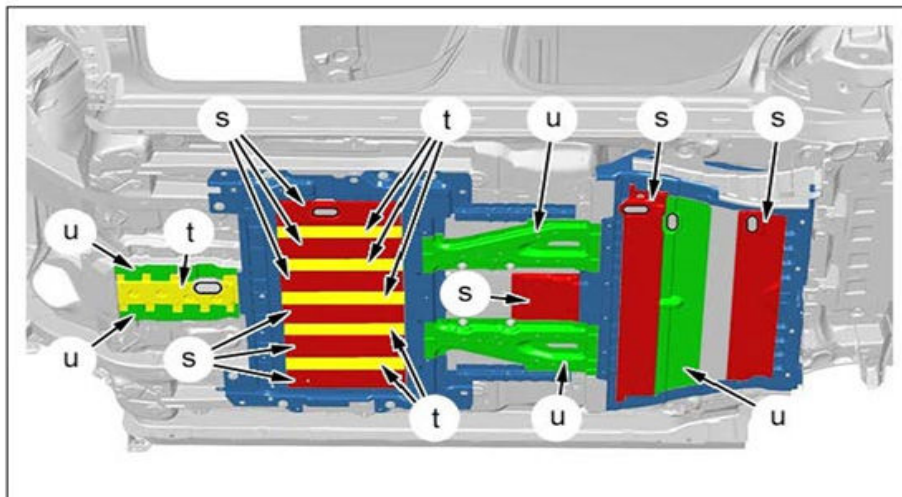



Figura : C4BD03CD

- "s" : Zona sin deformación.
- "t" : Deformación admitida inferior a 4 mm.
- "u" : Deformación admitida entre 4 y 10 mm.

Ilustración 3. Diferenciación por colores de las zonas donde se permite deformación
Fuente: Citroën

Scratch




- Deep scratches / core material visible
- Fibers damaged / fibers sticking out
- Damaged area max. 50x50mm

Tenemos aquí otro ejemplo. En este caso, Porsche, en su modelo Macán 2024:

Ilustración 4. Información de Porsche sobre reparación de arañazos en la carcasa de la batería del modelo Macán 2024. Fuente: Porsche

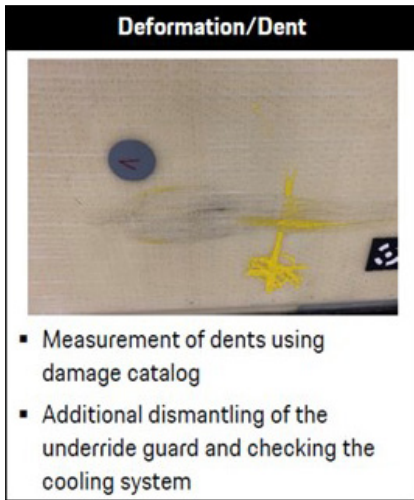
En caso de arañazos, se permite un área dañada máxima de 50x50 mm.

Hole/Crack



- Damaged area max. 50x50mm
- Additionally dismantle underdrive guard and check cooling

Ilustración 5. Información de Porsche sobre reparación de roturas en la carcasa de la batería del modelo Macán 2024. Fuente: Porsche



Si tenemos una rotura, el área dañada máxima que admite reparación es de 50x50 mm. Será necesario abrir la batería para comprobar la integridad del sistema de refrigeración.


Ilustración 6. Información de Porsche sobre reparación de deformaciones en la carcasa de la batería del modelo Macán 2024. Fuente: Porsche

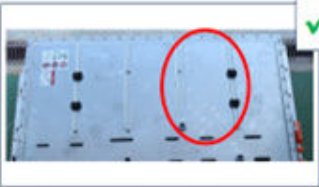

Por último, en el caso de presentar deformaciones en la carcasa de la batería, Porsche facilita información acerca de las deformaciones reparables. En cualquier caso, también será necesario abrir la batería para comprobar que el sistema de refrigeración no se ha visto dañado.

Algo similar podemos encontrar en el fabricante Volkswagen. En su documentación va recogiendo diferentes tipos de daños en la carcasa y si son reparables o no. Traemos aquí un ejemplo.

Lista de comprobación externa
Componente: parte superior de la carcasa de la batería

24



	<p style="text-align: center; color: green;">Estados permitidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arañazos superficiales 	<p style="text-align: center;">Indicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta el grosor mínimo del material • En caso de evaluación no OK: prestar especial atención a los módulos de las celdas debajo de las zonas afectadas
	<p style="text-align: center; color: red;">Estados no permitidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abolladuras puntuales locales > 3 mm • Hendiduras de gran tamaño 	<p style="text-align: center;">Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobación visual • Calibre / calibre de profundidad VAS 6320 <p style="text-align: center;">Bandeja de daños</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elemento superior de la carcasa de la batería

Las imágenes, iconos, los textos breves y las indicaciones son de carácter general y sirven sólo de orientación. Siempre consulte un manual de trabajo detallado para obtener información y el asesoramiento profesional del fabricante. Aparte de las indicaciones, los procedimientos de reparación deben ser siempre, en el caso de reparar, los procedimientos de reparación de emergencia y de mantenimiento, que deben tenerse en cuenta para evitar los riesgos de lesiones corporales o materiales.

20 INTERNO VST Técnica de Servicio (XSU) 9.3




Ilustración 7. Información del fabricante Volkswagen

Así pues, la reparación de daños en carcasas, sobre todo si son estéticos, es algo que, progresivamente, está siendo admitido por las marcas.

4.2 Averías en componentes internos

En lo que se refiere a las averías en componentes internos, podemos destacar dos grandes casos:

- **Fallos en las celdas.** Es uno de los fallos más frecuentes en las baterías de alta tensión. Puede desembocar en fallos en los módulos que conforman las baterías y provocar embalamientos térmicos con resultado de incendio. Si el fabricante suministra el módulo como recambio, bastaría con sustituir el módulo en cuestión. En caso contrario, habría que reemplazar la batería completa.
- **Desactivación del sistema de alta tensión,** en caso de activación de los SRS (sistemas de retención suplementaria, es decir, pretensores o airbags). Puede ser que esa desactivación consista simplemente en abrir los contactores que permiten la salida de la corriente de la batería, por lo que dando de nuevo el contacto del vehículo podríamos volver a disponer de alta tensión. Hay fabricantes que tienen un contador de activaciones de los contactores; cuando se supera un cierto número de “rearmes” hay que sustituir la batería. Pero nos referimos aquí a los casos en los que esa desconexión es más severa. Pasamos a estudiarlos en el siguiente apartado.

4.2.1 Dispositivos de conexión/ desconexión de la batería

Como hemos mencionado, hablamos aquí de los casos en los que la desconexión de la alta tensión es más severa, yendo más allá de una simple apertura de los contactores de la batería. Nos enfrentamos a dos estrategias de los fabricantes:

A) Bloqueo electrónico de la BMS. La BMS (*Battery Management System*) es el calculador que controla la batería. Si el fabricante permite su reprogramación, evitaríamos tener que sustituir la batería completa.

B) Fusible pirotécnico. Al activarse, abre la línea piloto y alguna de las líneas de alimentación del BMS. Puede alojarse en el interior de la batería o en el exterior, siendo este último caso el de mayor sencillez en la reparación (siempre que el fabricante lo suministre como recambio). Básicamente, en el interior del pirotécnico se aloja una pletina de cobre que cierra el circuito. En caso de activación del SRS correspondiente, se manda una señal eléctrica que activa una pequeña carga explosiva que desplaza rápidamente un pistón que cizalla esa pletina de cobre, abriendo el circuito de alta tensión.

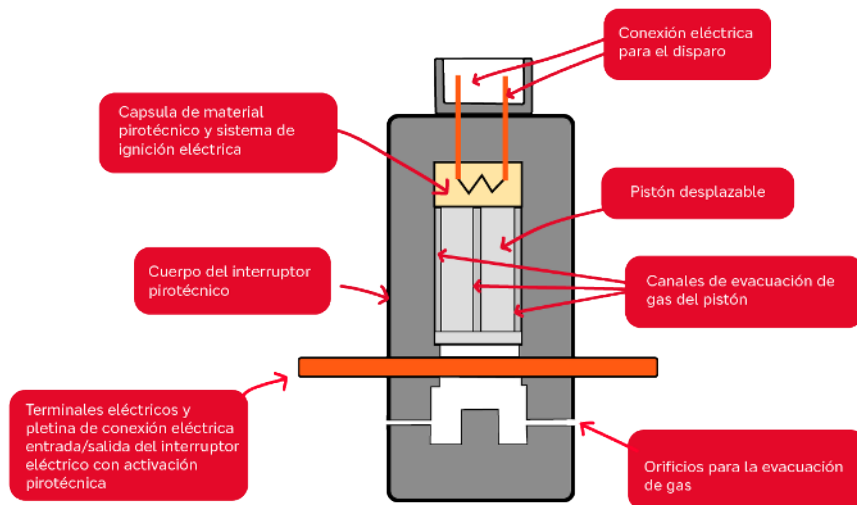


Ilustración 8. Desconectador o fusible pirotécnico

El proceso de activación lo observamos en la siguiente ilustración.

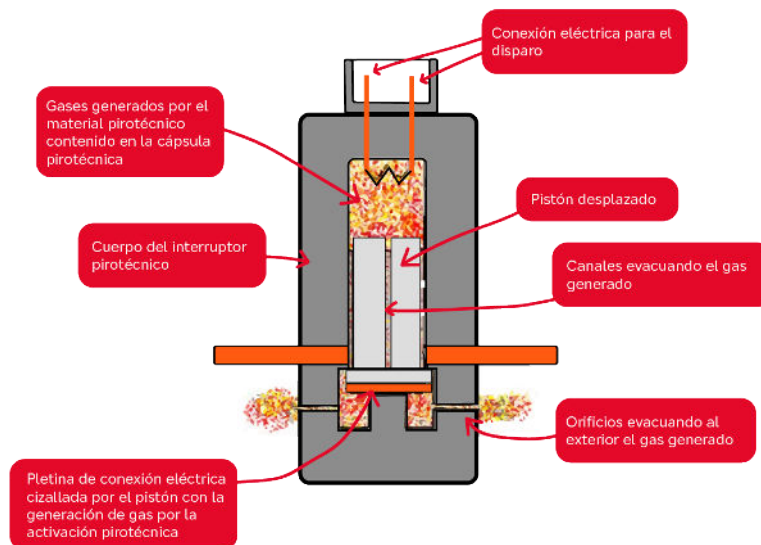


Ilustración 9. Disparo del desconectador pirotécnico

En las siguientes ilustraciones podemos ver los diferentes componentes de un fusible pirotécnico ya activado.

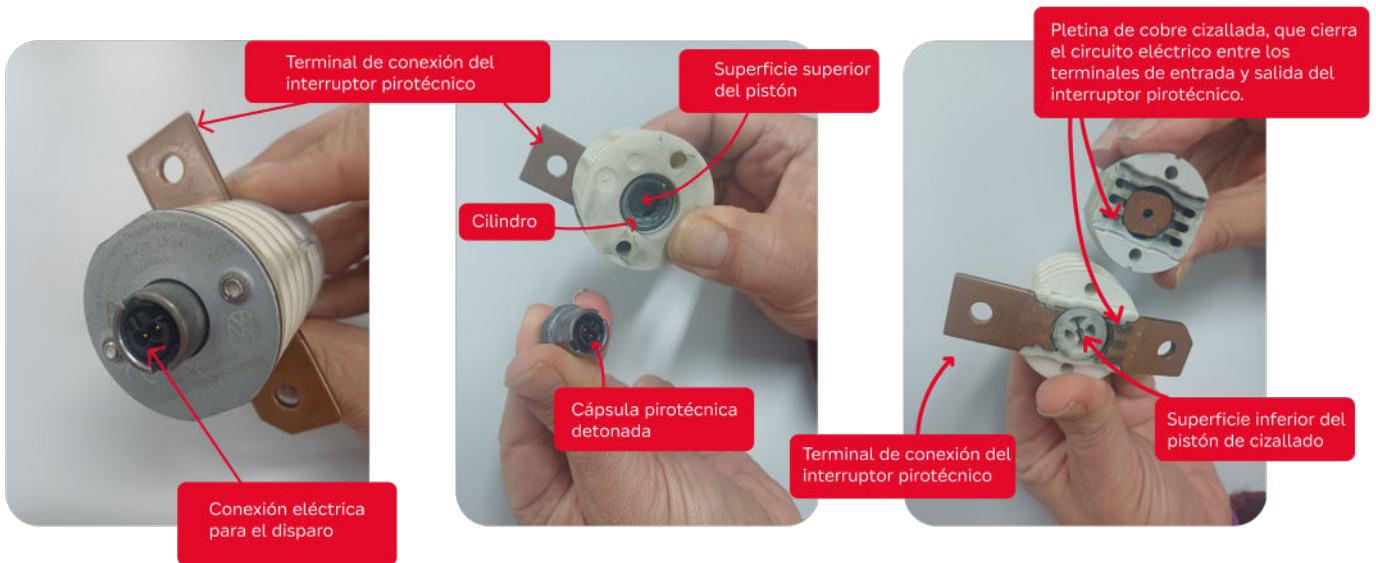


Ilustración 10. Conjunto completo que forma el desconectador pirotécnico
Fuente: Cesvimap

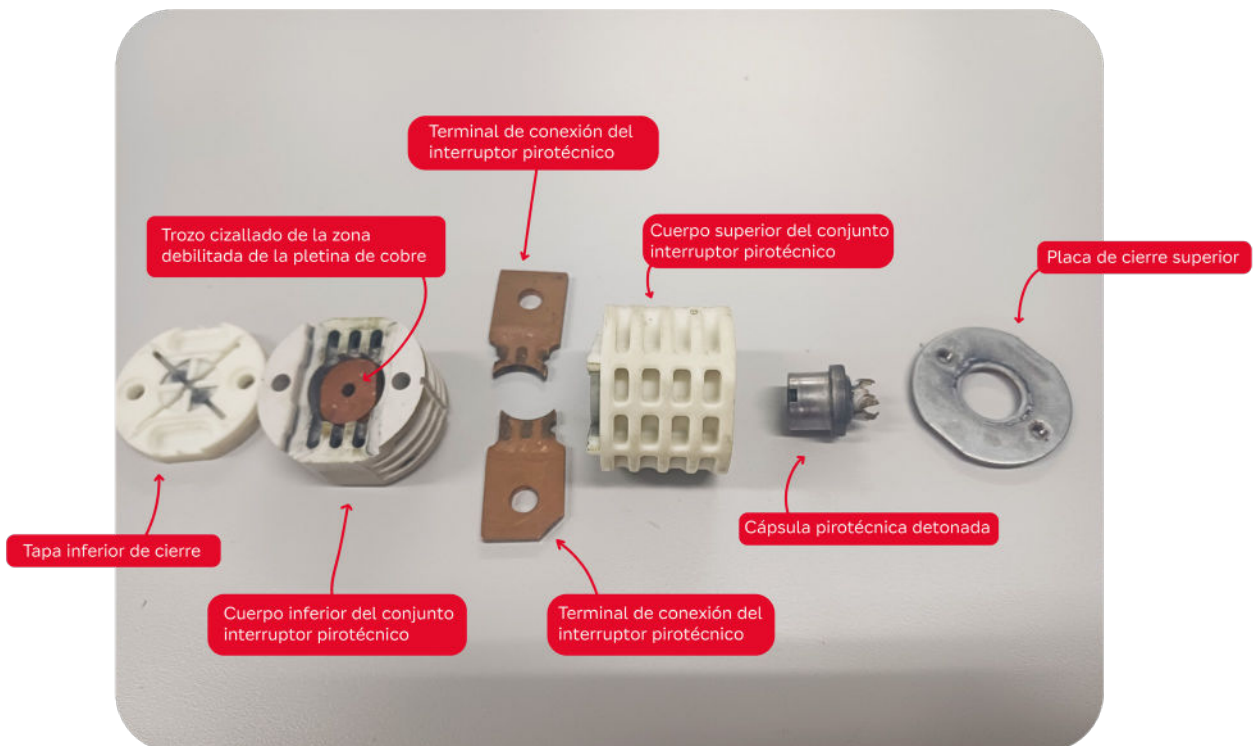


Ilustración 11. Pirotécnico activado ya desmontado
Fuente: Cesvimap

En ocasiones, la sustitución de este fusible pirotécnico puede implicar el cambio de otros componentes, como pueden ser los contactores y la propia BMS, con su consiguiente codificación con un equipo de diagnosis.

05

Información de los fabricantes sobre reparación de baterías

Tras detallar las posibles averías que se pueden encontrar en las baterías de alta tensión tenemos que analizar las reparaciones que se podrían hacer para solucionar el fallo.

Es habitual que los fabricantes de vehículos prohíban realizar ciertas operaciones en los vehículos; una de ellas es reparar la batería. En muchos casos esta pieza no se puede reparar, puesto que, para evitar riesgos, optan por reemplazar el bloque de batería completo. Mas aún, en caso de impacto se amparan en que no es posible garantizar la integridad de alguno de los componentes de la batería . Esto tiene un coste muy elevado y, muchas veces, supone la inviabilidad económica de la reparación, porque su coste supera el valor del vehículo.

La posibilidad de reparación dependerá directamente de si el fabricante suministra recambio para el despiece de dichas baterías, incluyendo el fusible pirotécnico, si lo incorpora. A continuación, recogemos lo que señalan los principales fabricantes en cuanto a reparación de baterías.

Fabricante	¿Disponibilidad de recambios para la batería de alta tensión?	¿Permite reparar?	¿Bloqueo en accidente?
AUDI	Sí	Sí	Sí, bloqueo electrónico del sistema de alta tensión tras una colisión
BMW	Sí	Sí	Sí, en modelos a partir de 2020. Pirotécnico.
BYD	No	No	Sí, bloqueo electrónico del sistema de alta tensión cuando se produce un siniestro
CUPRA	Sí	Sí	Algunos con pirotécnico reemplazable

Fabricante	¿Disponibilidad de recambios para la batería de alta tensión?	¿Permite reparar?	¿Bloqueo en accidente?
FIAT	No	No	No
FORD	Se especifica según modelo	Sólo si aparece en la lista de recambio reparable	No
HYUNDAI	Sí	Sí	No
KIA	Sí	Sí	No
JAGUAR	Sí	Sí	No
MAZDA	No	No	No
MERCEDES/SMART	No	No	Sí, electrónico y fusible pirotécnico (relacionado con activación de SRS)
MG	No	No	Sí, dispone de un pirotécnico. Con una señal procedente del SDM (unidad del airbag) desconectará los relés del sistema de gestión de la batería.
MITSUBISHI	Sí	Sí	No, no incorpora ningún bloqueo en caso de accidente
NISSAN	Sí	Sí	No, no incorpora ningún tipo de bloqueo en caso de accidente
PSA	Sí (en algunos modelos)	Sí (en algunos modelos, sólo lo especificado en la documentación)	No
PORSCHE	Sí	Sí	No
RENAULT	Sí	No	EV y PHEV: Obligatorio reemplazar cuando se bloquea la centralita del airbag.
TESLA	No	No	Sí, algunos incluyen fusible pirotécnico intercambiable.
TOYOTA	No	No	Sí, con activación de un fusible pirotécnico.
VOLKSWAGEN	Sí	Sí	Algunos con pirotécnico reparable.
VOLVO EV, HEV Y PHEV	Sí	Sí	No
VOLVO MHEV	No	No	Sí

Resumen de las posibilidades de reparación que contemplan los fabricantes (la gradación de colores de la última columna indica distintas situaciones relacionadas con la reparación. Verde: favorable; naranja: mejorable; rojo: desfavorable).

Pese a que algunos fabricantes no permiten reparar sus baterías de alta tensión en caso de accidente, poco a poco esta tendencia está cambiando. Por ejemplo, el grupo PSA no permitía ningún tipo de reparación sobre sus baterías, aspecto que ha cambiado. También es importante recordar que la mayoría de los fabricantes tienen formas de verificar los daños en una batería de alta tensión y evitar su sustitución si no se ha producido un daño grave. Aun así, algunos fabricantes siguen sin permitirlo.

06

Comprobaciones en la batería tras una intervención

Por último, hay que tener en cuenta que, tras cualquier intervención que requiera abrir una batería de alta tensión, es necesario realizar una serie de comprobaciones posteriores para garantizar su correcto funcionamiento. Se analizan los siguientes aspectos:

- **Aislamiento.** La resistencia de aislamiento entre las partes activas y el chasis eléctrico debe estar dentro de los valores recogidos en el Reglamento 100, que han de cumplir estos vehículos.
- **Equipotencialidad.** Las partes conductoras que puedan estar en contacto con el sistema de alta tensión estarán conectadas galvánicamente al chasis del vehículo, con una resistencia muy baja. Este requisito sirve para evitar que, en caso de una derivación, haya una diferencia de potencial elevada entre dos puntos del vehículo. De esta manera se evitarán choques eléctricos.
- **Estanqueidad.** Consiste en comprobar que la batería se mantiene estanca, impidiendo el paso de elementos sólidos y líquidos. Con la ayuda de un equipo que mide la presión de aire en el interior de la batería se comprueba que no existen fugas y, por lo tanto, se garantiza su estanqueidad.

6.1 Aislamiento

Un aspecto importante a considerar en los vehículos eléctricos es que todo el circuito eléctrico de alta tensión debe estar aislado del chasis o carrocería del vehículo. Este requisito sirve para evitar los contactos indirectos y es uno de los parámetros que el vehículo va controlando permanentemente. Si en algún momento el vehículo detecta un defecto de aislamiento mostrará un aviso en el cuadro. Cualquier reparación en los componentes del sistema de alta tensión y, por supuesto en la batería, debe garantizar que se cumplen los valores establecidos de aislamiento.

El “Reglamento n. 100 de las Naciones Unidas. Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico”, establece que entre las partes activas del sistema de alta tensión y el chasis eléctrico debe existir una resistencia con estos valores mínimos:

Zona	Tipo de circuito	Resistencia de aislamiento mínima
Toma de carga	Corriente alterna/continua	1 MΩ
Resto del vehículo	Corriente alterna	500 Ω/V
	Corriente continua	100 Ω/V
	Combinado (corriente alterna y continua sin aislar ambas)	500 Ω/V

Este aislamiento se consigue mediante el empleo de aislantes en los conductores y conectores, así como en los motores y en los demás elementos de alta tensión.

Para llevar a cabo esta verificación más allá de la que realiza el propio vehículo, es necesario emplear un equipo específico capaz de medir valores muy elevados de resistencia, del orden de varios mega ohmios. Se conoce como mega óhmetro o comprobador de aislamiento. Se irá comprobando el aislamiento entre determinados puntos que preconiza el fabricante, entre partes activas y el chasis del vehículo.

Este equipo funciona igual que un multímetro midiendo resistencia, con la salvedad que la tensión de prueba se puede seleccionar y siempre va a ser mucho más elevada ya que, como lo que se pretende medir son resistencias muy grandes, con una corriente de prueba muy pequeña, como la generada habitualmente por una pequeña pila, no sería capaz de sensibilizar el elemento de medida. Se debe realizar una medida de voltaje semejante a la que se introduce por el circuito de alta tensión. Dependiendo del nivel de tensión máximo de trabajo de cada componente a evaluar, se deberá seleccionar un nivel de tensión de prueba y otro. El Reglamento 100 indica que debe ser al menos de la mitad de la tensión de funcionamiento del Bus de alta tensión (por lo general, en vehículos eléctricos, suelen ser 500 V).



Ilustración 12. Comprobador de aislamiento o mega óhmetro
Fuente: UNI-T



Otro método que se puede usar para comprobar el aislamiento del vehículo y de la batería de alto voltaje de un vehículo eléctrico es usar un comprobador de aislamiento TA467.

Ilustración 13. Comprobador de aislamiento TA467
Fuente: Pico

Es un dispositivo que se puede utilizar de manera independiente o conectado a un ordenador, donde se pueden mostrar los resultados de manera más gráfica, no sólo por la pantalla del dispositivo.

Además de ser un comprobador de aislamiento, también se puede utilizar para probar diodos, medir voltaje CA/CC, corriente CA/CC, resistencia, capacitancia y frecuencia.

6.2 Equipotencialidad

El Reglamento 100, aparte de establecer el requisito de resistencia de aislamiento ya visto, también impone para estos vehículos la denominada conexión equipotencial: todas las partes conductoras expuestas, como las barreras de protección eléctrica y las envolventes conductoras, deberán estar conectadas al chasis eléctrico con una resistencia inferior a $0,1 \Omega$ cuando circula a través de ellas una intensidad de al menos $0,2A$.

Para garantizar este requisito, se pueden hacer dos tipos de mediciones:

- Una medición habitual es comprobar la equipotencialidad entre partes metálicas del perímetro de la batería de tracción.
- Otra medida que se comprueba es que la resistencia entre dos puntos accesibles de la estructura metálica y partes conductoras sea mínima.

Para realizar estas mediciones no se puede emplear un multímetro tradicional. Existen en el mercado equipos específicos para realizar estas comprobaciones y que, además de ofrecer un proceso guiado, pueden emitir un informe que identifique las pruebas realizadas, así como su resultado.

Un ejemplo sería el AVL DITEST HV SAFETY 2000.



Ilustración 14. Instrumento AVL DITEST HV SAFETY 2000
Fuente: AVL

Este equipo, convenientemente conectado al puerto USB de un PC, permite realizar todas las operaciones de verificación descritas (medición de resistencia de aislamiento y de equipotencialidad) y algunas adicionales.

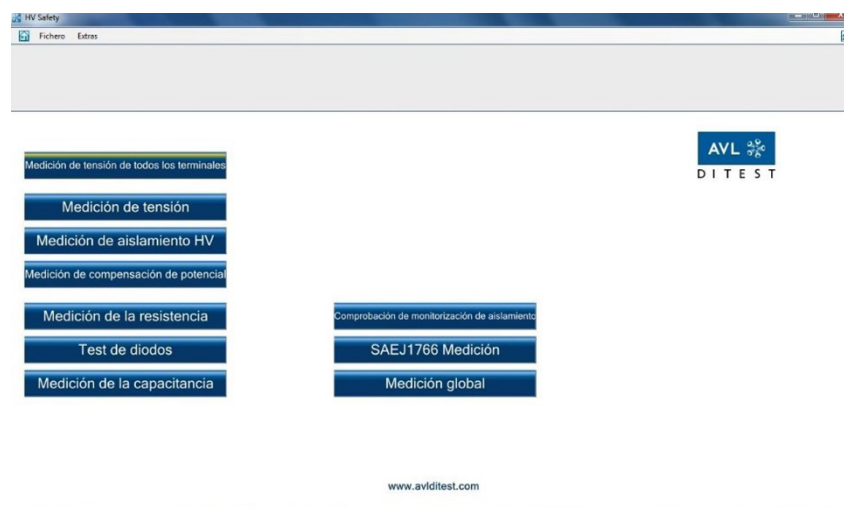


Ilustración 15. Menú principal con todas las opciones de medición del equipo AVL DITEST
Fuente: AVL

6.3 Estanqueidad

Una de las comprobaciones más importantes después de realizar una operación que requiera la apertura de la batería es la de asegurar su estanqueidad. Esta prueba debe ser realizada una vez se ha cerrado la carcasa de la batería. Se utilizan útiles para sellar los conectores y otros orificios. La prueba consiste en introducir en la batería aire a la presión indicada por el fabricante, o bien haciendo vacío, y comprobando que no se pierde esa presión debido a una fuga. Algunos fabricantes utilizan equipos automáticos que realizan la prueba y devuelven el resultado pasa/no pasa. Otros, por el contrario, ofrecen los datos necesarios: indican la presión objetivo y la diferencia de presión máxima durante la prueba, así como el tiempo que debe mantenerse entre los valores especificados.

De modo genérico, los equipos necesarios para hacer esta prueba son los siguientes:

1. Bomba de vacío o compresor: Sirve para extraer o introducir aire dentro de la batería y modificar la presión dentro de la carcasa.
2. Llave de paso: Sirve para impedir que el aire vuelva a salir o entrar en la batería por la tubería que va al compresor o la bomba.
3. Toma de aire: Es un racor específico para conectar la batería con la bomba o el compresor.
4. Manómetro o sonda de presión: Para verificar que la presión está dentro de los límites marcados por el fabricante hay que medir la presión cuando se cierra el paso de aire con la llave; y al final de la prueba. En ocasiones, este equipo puede ser sustituido por una sonda de presión conectada a un osciloscopio para registrar la presión durante todo el proceso.

En las instalaciones de Cesvimap se llevó a cabo la verificación de la estanqueidad de la batería instalada en el Toyota BZ4X, correspondiente a la versión de 72 kWh.

Para realizar la prueba, y siguiendo el procedimiento establecido por Toyota, se aplicó una presión de 25 mbar mediante un compresor. Esta presión se mantuvo durante un periodo de 10 minutos, monitorizando posibles variaciones. Según las especificaciones del fabricante, la pérdida de presión no debe superar 1 mbar durante dicho intervalo.

Los resultados obtenidos fueron conformes a los criterios de aceptación: la batería mantuvo la presión dentro del rango permitido, validando así su estanqueidad. La siguiente figura muestra el registro obtenido durante la prueba.

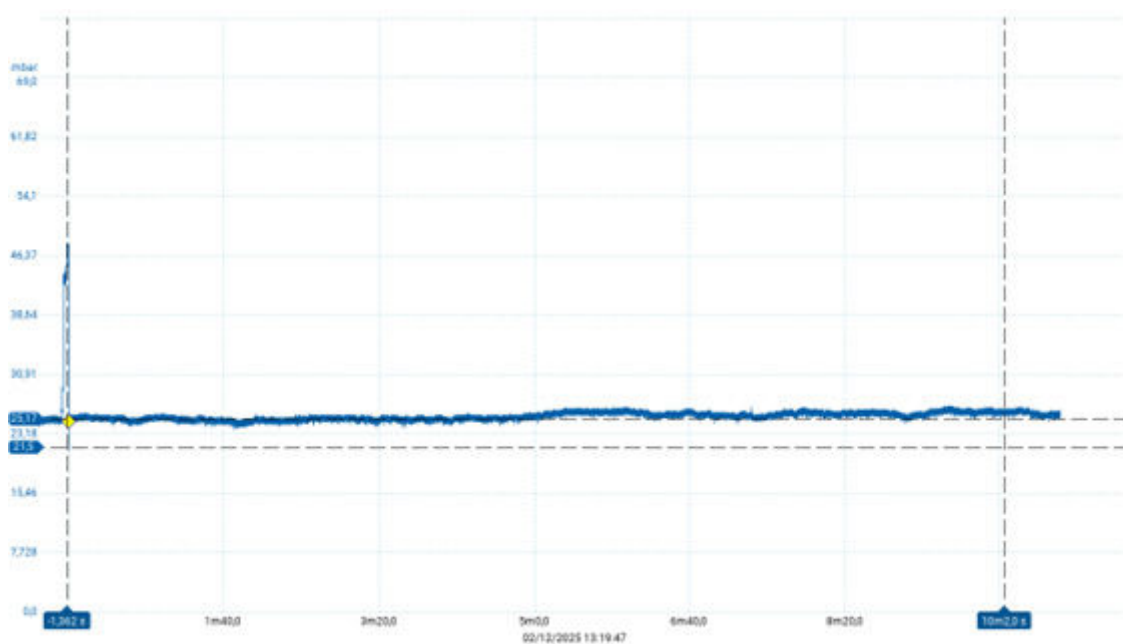


Ilustración 16. Prueba de estanqueidad en la batería

En el caso de que la prueba fallase, la batería no sería totalmente estanca y habría que buscar la fuga. Una posibilidad es emplear un spray que produce unas burbujas en la zona donde se está produciendo la filtración de aire.

07

Conclusiones

Ante cualquier trabajo en el sistema de alta tensión hay que seguir siempre las instrucciones dadas por el fabricante. Será necesario poner el vehículo fuera de tensión.

El análisis y verificación de una batería comienza con una diagnosis electrónica, comprobando la existencia de defectos y una lectura de parámetros, comprobando que se mantienen dentro de los valores preconizados por el fabricante.

Las principales averías que podemos encontrar en una batería de alta tensión de un vehículo eléctrico son:

- Daños en la carcasa. Los fabricantes progresivamente admiten su reparación, dentro de unos parámetros. Suelen contemplar un control dimensional y una descripción de la morfología de los daños reparables.
- Averías en componentes internos:
 - Fallos en las celdas. En el mejor de los casos, puede implicar la sustitución de su correspondiente módulo. De no ser así, es necesario cambiar la batería completa
 - Desactivación del sistema de alta tensión en caso de colisión.
 - Electrónica. Bloqueo de la BMS. El fabricante puede permitir su reprogramación. De no ser así, implicaría la sustitución completa de la batería.
 - Activación de fusible pirotécnico. Se puede sustituir si el fabricante lo suministra como recambio.

Una vez realizada la pertinente reparación, en caso de haber tenido que abrir la batería desmontando la tapa de la carcasa, es necesario comprobar que la batería cumple las pertinentes características de seguridad, recogidas en el “Reglamento n. 100 de las Naciones Unidas. Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico”. Se deberá comprobar:

- Resistencia de aislamiento. Los componentes de alta tensión han de estar eléctricamente aislados del chasis o carrocería del vehículo para evitar los contactos indirectos y la consiguiente descarga eléctrica. Es uno de los parámetros que el vehículo va controlando permanentemente. En caso de producirse algún fallo, lanzaría un aviso en el cuadro de instrumentos.

- Equipotencialidad. Este requisito sirve para evitar que, en caso de una derivación, haya una diferencia de potencial elevada entre dos puntos del vehículo. De esta manera, se evitarán choques eléctricos. Su comprobación ha de realizarse con equipos específicos.
- Estanqueidad. Prueba a efectuar por el reparador, con equipos específicos que miden que se mantiene una determinada presión en el interior de la batería.

