

| | | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|---------------|--------------|
| Departamento competente: SVA | Departamento responsable: SVA | Tipo de documento: Documentación técnica | Estado de confidencialidad: público | | |
| Creado/modificado (índice actual): 09/02/2026, W. Pickart | | Instrucciones de uso y mantenimiento | Estado del documento: Autorizado | | |
| Comprobado (índice actual): 09/02/2026, I. Fuhrmann | | | | | |
| Autorizado (índice actual): 09/02/2026, Dr. D. Mahl | | Nombre del archivo: FNC_Rail_Manual_es15.docx | Revisión: 15 | Idioma: ES | Página: 1 |

Baterías FNC® rail

Instrucciones de uso y mantenimiento



© FNC es una marca registrada de Hoppecke. (Número de registro: 1797608 (US) / 015135114 (EU))

Resumen de la versión

| Revisión | Fecha | Estado | Nombre | Capítulo | Motivo del cambio |
|----------|------------|------------|-------------------|---|---|
| 01 | 14/01/2014 | Creado | I. Fuhrmann | - | Nueva versión |
| | 21/01/2014 | Revisado | F. Mengerighausen | | |
| | 28/01/2014 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 02 | 15/03/2015 | Modificado | I. Fuhrmann | varios | Varias actualizaciones |
| | 17/03/2015 | Revisado | T. Schreckenber | | |
| | 22/03/2015 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 03 | 28/09/2015 | Modificado | I. Fuhrmann | varios | Varias actualizaciones |
| | 04/10/2015 | Revisado | T. Schreckenber | | |
| | 12/10/2015 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 04 | 13/04/2016 | Modificado | I. Fuhrmann | varios | Varias actualizaciones |
| | 20/04/2016 | Revisado | F. Mengerighausen | | |
| | 27/04/2016 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 05 | 20/02/2017 | Modificado | I. Fuhrmann | varios | Varias actualizaciones |
| | 28/02/2017 | Revisado | F. Mengerighausen | | |
| | 07/03/2017 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 06 | 22/03/2017 | Modificado | I. Fuhrmann | varios | Varias actualizaciones |
| | 29/03/2017 | Revisado | T. Schreckenber | | |
| | 04/04/2017 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 07 | 01/04/2019 | Modificado | W. Pickart | todo | Revisión conforme a la lista de comprobación del documento/nombre de archivo adaptado |
| | 02/04/2019 | Revisado | I. Fuhrmann | | |
| | 03/04/2019 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 08 | 12/09/2019 | Modificado | W. Pickart | todo | Revisión después de la comprobación |
| | 17/10/2019 | Revisado | F. Mengerighausen | | |
| | 05/12/2019 | Autorizado | Dr. Gutzeit | | |
| 09 | 09/03/2021 | Modificado | W. Pickart | <ul style="list-style-type: none"> • 1.6 • 5.5 • 7.3 • 8. • 8.4 • 9.1.7.1 • 11 | <ul style="list-style-type: none"> • Se ha añadido una explicación a los formatos • Se ha añadido un cuadro con notas en 5.5 • 7.3. «Almacenamiento con batería montada» añadido • Nota sobre la carga de puesta en marcha antes del funcionamiento regular • «Nueva puesta en marcha tras el funcionamiento de prueba o de estacionamiento» añadido • Nota «pañuelo de papel» añadida • Título cambiado |
| | 09/03/2021 | Revisado | F. Mengerighausen | | |
| | 09/03/2021 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |
| 10 | 04/10/2021 | Modificado | W. Pickart | <ul style="list-style-type: none"> • 4 • 5.3 • 11 | <ul style="list-style-type: none"> • DIN EN IEC 62485-3 añadido • Nota añadida • Detalles añadidos |
| | 04/10/2021 | Revisado | I. Fuhrmann | | |
| | 11/10/2021 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |
| 11 | 18/08/2022 | Modificado | W. Pickart | • 8.3 | • Capítulo aclarado |
| | 19/08/2022 | Revisado | T. Schreckenber | | |
| | 19/08/2022 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |

| | | | | | |
|----|------------|------------|-------------|---|---|
| 12 | 26/04/2024 | Modificado | W. Pickart | <ul style="list-style-type: none"> • 5.3 • 9.1.7.1 • 13.1 • 9.2.1 • 9.2.3 • 9.2.1.2 | <ul style="list-style-type: none"> • Añadido un capítulo sobre condiciones medioambientales • ,Introducción del nuevo tubo de desgasificación (Hoppecke Mat.-No. 4143180110) • Se ha cambiado el texto de arandela por arandela elástica y se ha eliminado el intercambio de tornillos • Secuencia de instrucción de acción modificada |
| | 29/04/2024 | Revisado | I.Fuhrmann | | |
| | 29/04/2024 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |
| 13 | 17/09/2024 | Modificado | W. Pickart | <ul style="list-style-type: none"> • 9.1.5 • 5.6 • 1.5 • 7.2 • 8 • 8.2.2 • 9.2.1 | <ul style="list-style-type: none"> • "Secado con aire comprimido" eliminado • Formulaciones adaptadas • Tensión de carga con sensor de temperatura defectuoso cambiado a tensión de 60°C • Nuevo código de cobertura celular a partir de la semana natural 16/ 2024 |
| | 25/09/2024 | Revisado | I.Fuhrmann | | |
| | 27/09/2024 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |
| 14 | 05/05/2025 | Modificado | W. Pickart | <ul style="list-style-type: none"> • 1.5 • 5.3 • 5.8 • 8.2.1.3 • 9.1.3 • 13.1 | <ul style="list-style-type: none"> • Código de celda adaptado a la producción año, mes, día • Capítulo complementado con respecto al enfoque • Capítulo "Parte alterna de la corriente de carga" añadido • Nota sobre "Uso de electrolito premezclado" añadida • Ajustes textuales • Número de carros de recarga de agua actualizados |
| | 07/05/2025 | Revisado | I.Fuhrmann | | |
| | 09/05/2025 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |
| 15 | 09/02/2026 | Modificado | W. Pickart | <ul style="list-style-type: none"> • 5 • 9.3 | <ul style="list-style-type: none"> • Capítulo añadido • Se ha añadido una nota sobre los cables de conexión. |
| | 09/02/2026 | Revisado | I.Fuhrmann | | |
| | 09/02/2026 | Autorizado | Dr. D. Mahl | | |

Prólogo

Estimado/a cliente/a:

Gracias por haber elegido un producto de nuestra empresa.

Antes de trabajar en el sistema de baterías o en sus componentes, lea atentamente esta documentación. Contiene información importante sobre el desembalaje, el almacenamiento, la instalación, la puesta en marcha, el funcionamiento y el mantenimiento seguros y adecuados de las baterías FNCrail.

Nos reservamos el derecho a realizar cambios en el contenido de esta documentación. Nuestros productos se desarrollan de forma constante. Por lo tanto, puede haber diferencias entre las ilustraciones de esta documentación y el producto adquirido. Estas instrucciones de uso y mantenimiento no están sujetas a un servicio de revisión.

Conserve esta documentación de forma que esté siempre disponible para todas las personas que tengan que realizar tareas relacionadas con el sistema de baterías o sus componentes.

HOPPECKE Business Rail

Apartado de correos 11 80, D-59914
Brilon
Bontkirchener Str.1, D-59929 Brilon

Teléfono: +49 (0) 29 63 61 1412
Fax: +49 (0) 29 63 61 1452

Página web: www.HOPPECKE.com
Correo electrónico: hbs@hoppecke.com



Teléfono de atención al
cliente:
+49 (0) 2963 61 591

Copyright HOPPECKE Batterie Systeme GmbH

Todos los derechos reservados, incluidas las solicitudes de patentes y modelos de utilidad.

Ninguna parte de esta documentación puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones u otros, sin la previa autorización por escrito de HOPPECKE Batterie Systeme GmbH. Las infracciones obligan a una indemnización.

| | | |
|-------------|---|-----------|
| | Índice | |
| 1. | ACERCA DE ESTAS INSTRUCCIONES | 7 |
| 1.1. | Destinatarios de este documento | 7 |
| 1.2. | Símbolos y palabras clave | 7 |
| 1.3. | Notación de los datos nominales | 8 |
| 1.4. | Símbolos gráficos/pictogramas en el sistema de baterías | 9 |
| 1.5. | Datos de la placa de características del producto | 10 |
| 1.6. | Explicación de los términos | 11 |
| 1.7. | Documentos aplicables | 11 |
| 2. | INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD | 12 |
| 2.1. | Fuentes de peligro | 12 |
| 2.1.1. | Mezcla de gases explosivos | 12 |
| 2.1.2. | Tensión eléctrica | 13 |
| 2.1.3. | Electrolito | 14 |
| 2.1.4. | Sustancias tóxicas | 15 |
| 2.1.5. | Incendio | 15 |
| 2.1.6. | Transporte inadecuado | 16 |
| 2.1.7. | Instrucciones de desmontaje | 16 |
| 2.2. | Equipo de protección personal | 17 |
| 2.3. | Marcas en el producto | 17 |
| 3. | USO DEL PRODUCTO | 18 |
| 3.1. | Uso previsto | 18 |
| 3.2. | Uso incorrecto | 18 |
| 4. | DIRECTIVAS, LEYES Y NORMAS | 19 |
| 5. | GARANTÍA | 20 |
| 6. | FUNCIONAMIENTO Y DISEÑO | 21 |
| 6.1. | Batería | 21 |
| 6.2. | Célula FNC rail | 21 |
| 6.3. | Centro de gravedad de la batería | 23 |
| 6.4. | Condiciones ambientales para las células de carril FNC | 23 |
| 6.5. | Sistema de recarga de agua a baja presión | 23 |
| 6.6. | Método de carga de las células FNC rail | 25 |
| 6.6.1. | Carga con corriente constante (I) | 25 |
| 6.6.2. | Carga en una etapa con corriente y tensión constantes (IU) | 26 |
| 6.6.3. | Carga en dos etapas con corriente y tensión constantes (IU0U) | 27 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 6.7. | Compensación de temperatura | 28 |
| 6.8. | Parte alterna de la corriente de carga | 31 |
| 7. | INSTRUCCIONES DE TRANSPORTE | 32 |
| 7.1. | Transporte terrestre (carretera/ferrocarril) según el ADR/RID | 32 |
| 7.2. | Transporte marítimo según el IMDG Code | 32 |
| 7.3. | Transporte aéreo | 33 |
| 8. | INSTRUCCIONES DE ALMACENAMIENTO | 33 |
| 8.1. | Instrucciones generales | 33 |
| 8.2. | Tiempo de almacenamiento | 34 |
| 8.3. | Almacenamiento con batería montada | 36 |
| 9. | PUESTA EN MARCHA/MONTAJE | 37 |
| 9.1. | Comprobación de la entrega | 40 |
| 9.2. | Medidas antes de la primera puesta en marcha | 41 |
| 9.2.1. | Preparativos | 41 |
| 9.2.1.1. | Sustitución de los tapones de transporte de las células de la batería | 41 |
| 9.2.1.2. | Recomendación de medidas adicionales | 41 |
| 9.2.1.3. | Preparación de las baterías con células sin llenar | 42 |
| 9.2.2. | Carga para la puesta en marcha | 44 |
| 9.2.2.1. | Preparación | 46 |
| 9.2.2.2. | Aplicación | 47 |
| 9.2.2.3. | Seguimiento | 48 |
| 9.3. | Montaje y conexión | 49 |
| 9.4. | Nueva puesta en marcha tras el funcionamiento de prueba o de estacionamiento | 51 |
| 10. | MANTENIMIENTO | 52 |
| 10.1. | Mantenimiento preventivo | 52 |
| 10.1.1. | Realización de una inspección visual | 53 |
| 10.1.2. | Comprobación del nivel de electrolitos | 54 |
| 10.1.3. | Medición de la tensión de carga | 56 |
| 10.1.4. | Recarga de agua destilada | 58 |
| 10.1.4.1. | Recarga manual de agua destilada | 59 |
| 10.1.4.2. | Recarga de agua destilada con el sistema central de recarga de agua | 59 |
| 10.1.4.3. | Recarga de agua destilada con el carro de recarga de agua para células individuales | 60 |
| 10.1.5. | Limpieza de la batería | 61 |
| 10.1.6. | Medición de la resistencia del aislamiento | 62 |
| 10.1.7. | Realizar el reacondicionamiento | 64 |
| 10.1.7.1. | Preparación | 66 |
| 10.1.7.2. | Aplicación | 68 |
| 10.1.7.3. | Seguimiento | 71 |
| 10.2. | Mantenimiento correctivo | 72 |
| 10.2.1. | Sustitución de las células FNC rail | 72 |
| 10.2.1.1. | Preparación de la/s célula/s FNC rail | 74 |
| 10.2.1.2. | Sustitución de una o varias células FNC rail | 75 |
| 10.2.2. | Sustitución del sensor de temperatura | 80 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 10.2.3. | Sustitución del conector de la célula | 82 |
| 11. | FUENTES DE ERROR | 84 |
| 11.1. | Capacidad demasiado baja | 84 |
| 11.2. | Resistencia del aislamiento demasiado baja | 84 |
| 11.3. | No hay tensión en la batería | 85 |
| 11.4. | Mal funcionamiento del sistema de recarga de agua | 86 |
| 11.5. | Mal funcionamiento del sensor de temperatura | 87 |
| 12. | DESMONTAJE/MONTAJE DE LAS CÉLULAS FNC RAIL Y LOS ACCESORIOS | 88 |
| 12.1. | Desmontaje de las células FNC rail y los accesorios | 88 |
| 12.2. | Montaje de las nuevas células FNC rail y los accesorios | 92 |
| 13. | ELIMINACIÓN | 97 |
| 14. | ANEXO | 98 |
| 14.1. | Herramienta adicional | 98 |
| 14.2. | Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE | 100 |
| 14.3. | Protocolo de mantenimiento para las baterías FNC rail de HOPPECKE | 102 |
| 14.3.1. | Intervalo de mantenimiento semestral | 103 |
| 14.3.1.1. | Mantenimiento - Inspección visual de todo el sistema de baterías | 103 |
| 14.3.1.2. | Mantenimiento - Comprobación del nivel de electrolitos | 104 |
| 14.3.2. | Intervalo de mantenimiento anual | 105 |
| 14.3.2.1. | Mantenimiento - Medición de la tensión de carga | 105 |
| 14.3.2.2. | Mantenimiento - Rellenado del nivel de electrolitos | 106 |
| 14.3.2.3. | Mantenimiento - Limpieza | 107 |
| 14.3.2.4. | Mantenimiento - Medición de la resistencia del aislamiento | 108 |
| 14.3.3. | Intervalo de mantenimiento cada 5 años | 109 |
| 14.3.3.1. | Mantenimiento - Reacondicionamiento | 109 |
| 14.3.3.2. | Mantenimiento - Medición de la tensión de las células individuales FNC | 110 |

1. Acerca de estas instrucciones

Estas instrucciones de uso y montaje están destinadas a ayudarle a manejar, montar y mantener las baterías de níquel-cadmio HOPPECKE utilizadas de la mejor manera posible. Esta es la única manera de lograr la máxima vida útil.

Póngase en contacto con su contratista local:

- Si tiene alguna duda sobre esta documentación
- Si existen normas y reglamentos locales que no están contemplados en esta documentación o que la contradicen.

1.1. Destinatarios de este documento

Todos los trabajos en las células FNC rail deben ser realizados únicamente por personal formado, plenamente cualificado y autorizado (idealmente por electricistas cualificados):

- Personal autorizado por el responsable de seguridad del fabricante del tren
- Personal autorizado por el responsable de seguridad del operador del tren
- Personal autorizado por HOPPECKE
- Personal especializado de HOPPECKE

El personal no cualificado no puede realizar ningún trabajo en las células FNC rail.

1.2. Símbolos y palabras clave

En estas instrucciones de uso y mantenimiento se utilizan los siguientes símbolos y palabras de advertencia:



PELIGRO

Indica un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.



ADVERTENCIA

Indica un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.



ATENCIÓN

Indica un peligro con riesgo bajo que podría provocar lesiones leves o moderadas si no se evita.



Nota

Indica las notas que son importantes para el uso óptimo del producto.

1.3. Notación de los datos nominales

En estas instrucciones de uso y mantenimiento, los datos nominales de las baterías se utilizan de acuerdo con la siguiente notación:

| Notación | Significado | Valor |
|----------|--|--|
| U_n | Tensión nominal | 1,2 V multiplicado por el número de células conectadas en serie |
| C_n | Capacidad nominal | C_5 (según IEC EN 60623) Capacidad extraíble al descargar con I_5 (véase la placa de características) hasta 1,0 V por célula conectada en serie a temperatura nominal |
| I_n | Corriente nominal | I_5 (véase la placa de características) = $C_n/5$ h |
| T_n | Temperatura nominal | 20 °C |
| d | Densidad alcalina | 1,19 kg/l o superior para los requisitos específicos del proyecto |
| D | Par de apriete de los tornillos del polo | M8: 20 Nm \pm 1 Nm M10: 25 Nm \pm 1 Nm |
| U_0 | Tensión en circuito abierto | 1,3 V ... 1,35 V, totalmente cargado |

1.4. Símbolos gráficos/pictogramas en el sistema de baterías

Los siguientes símbolos gráficos se utilizan en estas instrucciones de uso y mantenimiento y en el producto:



EN ISO 7010 - W012
Advertencia de tensión eléctrica



EN ISO 7010 - W026
Advertencia de peligro por las baterías



EN ISO 7010 - W023
Advertencia sobre las sustancias corrosivas



EN ISO 7010 - W002
Advertencia sobre las sustancias explosivas



EN ISO 7010 - P003
Prohibido hacer fuego, usar fuentes de luz desprotegidas y fumar



EN ISO 7010 - M002
Respetar las instrucciones de uso



EN ISO 7010 - M004
Utilizar protección para los ojos



EN ISO 7010 - M009
Utilizar protección para las manos



EN ISO 7010 - M010
Utilizar ropa de protección

1.5. Datos de la placa de características del producto

La placa de características de una batería se coloca en el depósito de las células de la batería (contenedor, bandeja, soporte). En la placa de características encontrará el tipo, la tensión nominal, el número de células de la batería y la capacidad nominal ($C_5 = C_n$) de la batería.

Si se suministran juegos de baterías (células individuales con accesorios), el cliente debe colocar la placa de características de la batería.

La fecha de fabricación de las células de carril FNC puede especificarse de 2 maneras diferentes:

- Fecha de producción hasta CW 15/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos proporcionan información sobre la semana de producción y el año de producción.

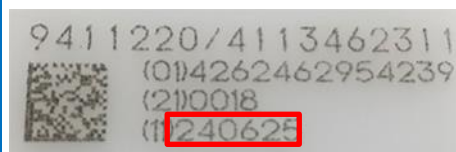
Ejemplo: xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

- Fecha de producción a partir de la semana 16/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 6 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los 6 dígitos proporcionan información sobre el año, mes y día de producción, véase el siguiente diagrama:



Ejemplo:

240625 => año de producción 24; mes de producción 06, día de producción 25

1.6. Explicación de los términos

La siguiente tabla explica los términos utilizados en estas instrucciones de uso y mantenimiento:

| Abreviatura/término | Explicación |
|------------------------|---|
| Reacondicionamiento | Hace referencia a la descarga definida y posterior carga de la batería con una corriente constante. De este modo, se pueden eliminar o reducir las pérdidas de capacidad operativa del sistema de baterías. |
| Carga de mantenimiento | Hace referencia a la carga de un acumulador para compensar su autodescarga con el objetivo de mantener el acumulador en un estado de carga completo. |
| Carga intensa | Hace referencia a la carga de un acumulador con una tensión creciente y una corriente definida para cargar el acumulador lo más rápidamente posible. |
| Electrolito | Las baterías FNC rail son baterías de NiCd y contienen hidróxido de potasio (KOH) como electrolito con una adición de hidróxido de litio (LiOH). Si se manipulan correctamente, las baterías FNC rail son seguras. Se excluye el contacto con el electrolito. |
| Formatos | Las células FNC rail se suministran en varios formatos: <ul style="list-style-type: none"> • R2 (formato 2) • R3 (formato 3) • R4 (formato 4) |

1.7. Documentos aplicables

| Nombre del documento | Explicación/Contenido |
|--|---|
| D00001-300-es<número de versión>-Water-Refilling.pdf | Instrucciones para rellenar el agua con un sistema automático de llenado de agua a baja presión |
| Electrolyte_Mixing.pdf | Instrucciones para mezclar el electrolito líquido |

2. Instrucciones de seguridad

Respetar las siguientes instrucciones de seguridad al manipular las baterías y sus componentes.

2.1. Fuentes de peligro

2.1.1. Mezcla de gases explosivos

Cada vez que se cargan las baterías, el agua se descompone. En el proceso, se puede formar una mezcla de gas hidrógeno-oxígeno (gas detonante), que se enciende incluso con un bajo aporte energético.

Hay peligro debido a:

- Explosiones
- Incendios
- Ondas expansivas
- Sustancias calientes o fundidas en el aire

Estos peligros pueden ser causados por las siguientes fuentes de ignición:

- Cortocircuitos
- Cargas y descargas electrostáticas
- Fumar
- Llamas abiertas/fuego, brasas y chispas cerca de las baterías
- Chispas eléctricas de interruptores o fusibles
- Superficies calientes con temperaturas superiores a 300 °C

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Trabajar con herramientas aisladas de la tensión y que no generen chispas.
- Asegurarse de que el compartimento de baterías esté suficientemente ventilado de acuerdo con la norma DIN EN IEC 62485-2 para que se descargue cualquier mezcla de gases explosivos que pueda producirse.
- Evitar la carga electrostática:
 - No frotar las baterías con carcasa de plástico con un paño seco o de material sintético.
 - Limpiar las baterías únicamente con un paño de algodón humedecido con agua. La limpieza con paños de algodón humedecidos con agua no genera una carga eléctrica.
 - Humedecer las baterías (con agua) antes de despegar o arrancar una etiqueta.
 - Usar zapatos y ropa que eviten la acumulación de cargas electrostáticas debido a su especial resistencia superficial. (véase [2.2 Equipo de protección personal en la página 17](#))
- Utilizar lámparas portátiles con cable de alimentación sin interruptor (clase de protección II) o lámparas portátiles con batería (clase de protección IP54).

2.1.2. Tensión eléctrica

Las partes metálicas de las baterías siempre están bajo tensión. En caso de cortocircuito fluyen altas corrientes.

Hay peligro debido a:

- Tensiones
- Descargas eléctricas

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Tener mucho cuidado al realizar cualquier trabajo en las baterías.
- No colocar nunca herramientas u otros objetos metálicos sobre una batería.
- Quitarse los relojes y las joyas antes de trabajar con las baterías.
- No tocar las partes al aire de la batería, los conectores, los terminales o los polos.

2.1.3. Electrolito

Las células FNC rail son células de NiCd y contienen hidróxido de potasio (KOH) como electrolito con una adición de hidróxido de litio (LiOH).

Existen los siguientes peligros:

- Al trabajar en células FNC rail abiertas, puede producirse un contacto con el electrolito.
- El electrolito puede salirse como consecuencia de un daño en la carcasa de una célula.
- La inversión de la polaridad de la batería o de las células individuales puede provocar un sobrecalentamiento y, por lo tanto, la salida del electrolito.
- El electrolito puede causar quemaduras graves.

Existe un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Utilizar siempre gafas y guantes de protección cuando se trabaje con baterías.
- Lavar con agua la ropa contaminada con el electrolito.
- Comprobar la polaridad correcta antes de realizar las conexiones.

Tomar las siguientes medidas de primeros auxilios si se ha producido un contacto con el electrolito:

Electrolito en la piel o en el cabello

- Retirar el electrolito con un pañuelo de algodón o de papel, no frotar.
- Quitar la ropa contaminada, evitando el contacto con las partes del cuerpo no afectadas.
- Aclarar las zonas afectadas bajo el grifo durante un periodo de tiempo más largo.

Solución alcalina en los ojos

- Aclarar los ojos suavemente con un baño ocular durante unos minutos o enjuagar bajo el grifo. Evitar una presión de agua demasiado alta. Si es posible, quitarse las lentes de contacto y continuar con el enjuague.
- Consultar inmediatamente a un oftalmólogo.

Solución alcalina en el cuerpo

- Enjuagar la boca. NO inducir el vómito.
- Consultar inmediatamente a un médico o acudir a un hospital.

2.1.4. Sustancias tóxicas

Las baterías de níquel-cadmio contienen sustancias tóxicas:

- Las células de la batería contienen más de un 0,1 % de cadmio (Cd)

Existe un peligro con riesgo bajo que podría provocar lesiones leves o moderadas si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Evitar el contacto con sustancias tóxicas.
- Usar equipos de protección personal (véase [2.2 Equipo de protección personal en la página 17](#)).

2.1.5. Incendio

En caso de incendio, existe peligro debido a:

- Sustancias calientes o fundidas
- Cortocircuitos
- Llamas abiertas/fuego, brasas y chispas
- Superficies calientes con temperaturas superiores a 300 °C

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Usar equipos de protección personal contra la solución alcalina (véase [2.2 Equipo de protección personal en la página 17](#)), utilizar también protección respiratoria con suministro de aire respirable autónomo para los sistemas de baterías grandes. En caso de contacto con agua, existe el riesgo de reacción con el electrolito (solución alcalina) y las consiguientes salpicaduras intensas.
- Desconectar la batería eléctricamente.
- Extinguir los incendios incipientes con CO₂.
- En la extinción de incendios eléctricos con agua en instalaciones de baja tensión (hasta 1 kV), mantener una distancia para el rociado de 1 m y una distancia para el chorro pleno de 5 m.
- Extinguir a intervalos cortos. De lo contrario, existe un riesgo de explosión debido a la posible carga estática en la carcasa de la batería.

2.1.6. Transporte inadecuado

Las baterías pueden dañarse si se transportan de forma inadecuada. La caída de las baterías puede causar daños personales.

Si las baterías se transportan de forma inadecuada, existe el riesgo de:

- Cargas suspendidas
- Caída de las baterías o partes de las mismas
- Salida de electrolitos

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Utilizar calzado de seguridad y gafas de protección.
- No inclinar las baterías.
- Levantar siempre las baterías por los tiradores o los puntos de elevación previstos y no llevarlas nunca por los polos de la batería o las células.
- Utilizar únicamente dispositivos de elevación y transporte homologados, por ejemplo, eslingas de elevación. Los ganchos de elevación no deben dañar las células, los conectores o los cables de conexión.
- Colocar siempre las baterías con cuidado para evitar que se dañen.
- Utilizar dispositivos de transporte adecuados.
- Asegurar cuidadosamente la carga durante el transporte para evitar daños en la carcasa de la batería.

2.1.7. Instrucciones de desmontaje

Si no se han desconectado los cables de conexión antes de sustituir las baterías, existe el riesgo de sufrir una descarga eléctrica.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Antes de comenzar a desmontar las baterías que se van a sustituir, desconectar las líneas de alimentación (fusibles).

Debido al contenido de cadmio y potasa, las baterías FNC rail no pueden desecharse con los residuos ni depositarse en un vertedero al final de su vida útil. (véase [13 Eliminación en la página 97](#))

2.2. Equipo de protección personal

Cuando se trabaje con las baterías y sus componentes, siempre:

- Usar gafas de protección
- Usar guantes de protección
- Usar ropa de protección, preferiblemente de algodón para evitar la carga electrostática de la ropa y el cuerpo
- Use calzado de seguridad

En caso de accidente, se pueden evitar las lesiones o, al menos, mitigar sus consecuencias.

La conductividad de los textiles y el calzado debe tener las siguientes propiedades para evitar la carga electrostática:

- Una resistencia de aislamiento $\geq 10^5$ ohmios
- Una resistencia superficial $< 10^8$ ohmios

2.3. Marcas en el producto

La placa de características de una batería se coloca en el depósito de las células de la batería (contenedor, bandeja, soporte). En la placa de características encontrará el tipo, la tensión nominal, el número de células de la batería y la capacidad nominal ($C_5 = C_n$) de la batería.

Si se suministran juegos de baterías (células individuales con accesorios), el cliente debe colocar la placa de características de la batería.

3. Uso del producto

3.1. Uso previsto

Las células FNC rail de la batería se utilizan para almacenar y liberar energía eléctrica en los vehículos ferroviarios.

Utilizar únicamente en vehículos ferroviarios para:

- Amortiguación y alimentación de la red de a bordo de baja tensión
- Suministro de energía en situaciones de emergencia
- Suministro de energía para el mantenimiento y la mejora de los vehículos
- Arranque de los motores de propulsión del vehículo

El uso previsto incluye los siguientes requisitos:

- Utilizar las baterías únicamente si están en perfecto estado
- No se pueden desactivar ni desmontar los dispositivos de seguridad
- Cumplimiento de todas las indicaciones de estas instrucciones de uso y mantenimiento

3.2. Uso incorrecto



PELIGRO

El uso incorrecto de las baterías puede provocar daños personales y materiales.

En caso de uso incorrecto, HOPPECKE Batterie Systeme GmbH no se hace responsable por los daños personales o materiales que resulten directa o indirectamente de la manipulación de las baterías. Los riesgos asociados a un uso incorrecto son responsabilidad exclusiva del operador.

Cualquier uso distinto al descrito en el apartado «Uso previsto» no es adecuado y, por lo tanto, no está permitido.

El uso incorrecto del producto incluye, especialmente:

- Funcionamiento en atmósferas potencialmente explosivas
- Funcionamiento en aplicaciones relevantes para la seguridad, a menos que estas aplicaciones estén explícitamente especificadas o permitidas en la documentación del producto
- Funcionamiento sin fijación permanente/con fijación insuficiente
- Funcionamiento fuera de los datos técnicos
- Funcionamiento o almacenamiento fuera de las condiciones ambientales especificadas
- La conexión eléctrica no se corresponde con la documentación suministrada con la batería.
- Funcionamiento con cambios o modificaciones no autorizadas del producto

4. Directivas, leyes y normas

Respetar siempre las últimas versiones de las siguientes normas:

- Prescripciones de prevención de accidentes, en particular el Reglamento 1 del DGUV alemán: Prescripción de prevención de accidentes; principios de prevención
- DIN EN ISO 20345 («Equipos de protección individual. Calzado de seguridad»)
- La norma DIN VDE 0105 («Operación de instalaciones eléctricas») regula, en particular, los requisitos de calidad y cualificación para los trabajos en instalaciones eléctricas (DIN VDE 0105-100) y en instalaciones eléctricas de ferrocarriles (DIN VDE 0105-103)
- DIN VDE 100/IEC 60364 («Montaje de instalaciones eléctricas de baja tensión»)
- DIN EN 50110/VDE 0105 («Explotación de instalaciones eléctricas»)
- DIN EN 50155 («Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre material rodante»)
- DIN EN IEC 62485-2 («Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 2: Baterías estacionarias») en particular aplicable para determinar la ventilación necesaria de los compartimentos de baterías (en DIN EN IEC 62485-2).
- DIN EN IEC 62485-3 ("Requisitos de seguridad para baterías secundarias y sistemas de baterías") Parte 3: Baterías de accionamiento para vehículos eléctricos DIN EN 50547 Baterías para los sistemas de alimentación eléctrica auxiliar
- DIN EN 60077 («Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante»)
- DIN EN 60623/IEC 60623 («Baterías y elementos con electrolito alcalino u otros electrolitos no ácidos. Elementos individuales prismáticos recargables abiertos de níquel-cadmio»), aplicable principalmente para el ensayo de las células (ensayo de tipo, ensayo en serie, ensayo de campo). Previo acuerdo, las pruebas también pueden realizarse de acuerdo con la norma francesa para vehículos ferroviarios NF F 64-018.
- DIN EN 60993/IEC 60993 («Electrolito para elementos abiertos de níquel-cadmio»)
- DIN 43530-4 («Agua y agua de relleno para acumuladores de plomo y alcalinos»)
- DIN VDE 0119-206-4: Estado de los vehículos ferroviarios. Sistemas eléctricos y de tracción; sistema eléctrico de tracción. Parte 206-4: Baterías
- ADR/RID: Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera/Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril
- IATA-DGR: Dangerous Goods Regulations - International Air Transport Association. Español: Normativa sobre mercancías peligrosas. Asociación de Transporte Aéreo Internacional
- IMDG Code: International Maritime Code for Dangerous Goods. Español: Código Marítimo Internacional de mercancías peligrosas
- Ordenanza de control de residuos y sustancias residuales (Boletín Oficial Federal de Alemania de 1996)

Asimismo, respetar la normativa territorial, operativa y específica del proyecto.

5. Garantía

La puesta en servicio y el mantenimiento deben ser documentados por usted. Para ello, puede utilizar nuestras plantillas que se encuentran en el anexo de estas instrucciones de uso y montaje. También puede utilizar sus propias plantillas, siempre que contengan los campos de datos necesarios que se indican en nuestras plantillas. Esta documentación debe conservarse junto con el resto de la documentación de la batería.



Nota

Al hacer valer los derechos de garantía, se debe presentar al fabricante la documentación de puesta en servicio y mantenimiento. La temperatura de la batería, el proceso de carga y el número de ciclos de carga y descarga influyen en el rendimiento y la vida útil de la batería y, por lo tanto, en la garantía. El cliente/operador de la batería debe demostrar que estos parámetros de carga y descarga se encontraban dentro de los rangos específicos del proyecto y acordados contractualmente. Estos se definen, además de en este manual, en el diseño de la batería, el análisis RAMS/LCC y el documento CbC. Los protocolos de puesta en servicio y mantenimiento deben ponerse a disposición del fabricante. La vida útil especificada por el fabricante solo es válida en condiciones óptimas.

6. Funcionamiento y diseño

6.1. Batería

Las baterías se interconectan a partir de células FNC rail y se utilizan en vehículos ferroviarios.

Aquí realizan una o varias de las siguientes funciones:

- Amortiguación y alimentación de la red de a bordo de baja tensión
- Suministro de energía en situaciones de emergencia
- Suministro de energía para el mantenimiento y la mejora de los vehículos
- Arranque de los motores de propulsión del vehículo

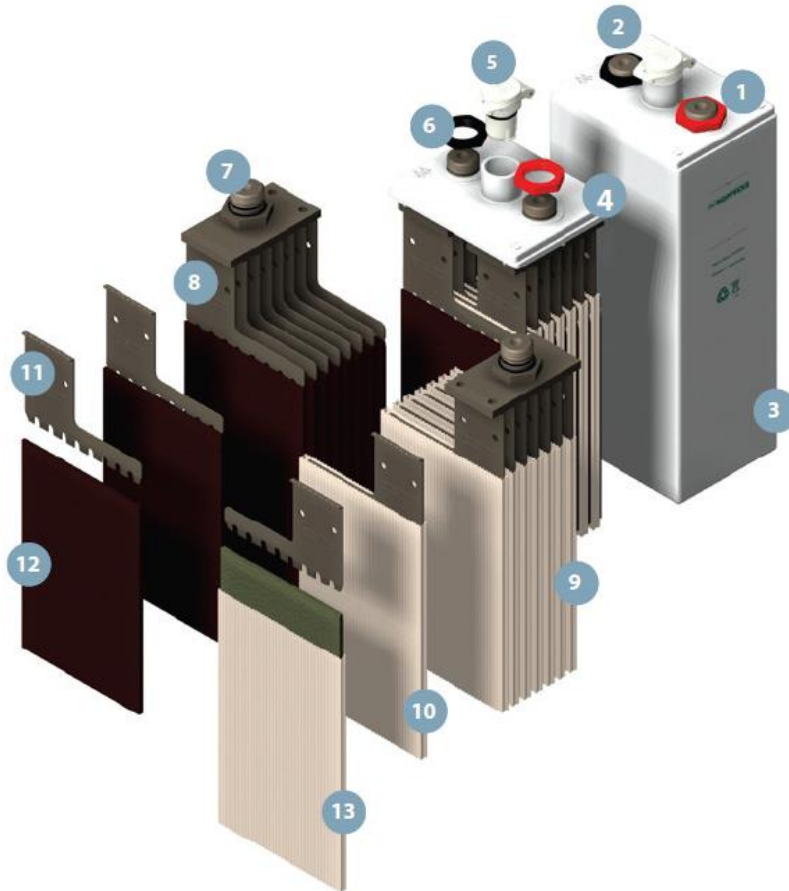
6.2. Célula FNC rail

Las células FNC rail son células de níquel-cadmio fabricadas con tecnología de estructura de fibra utilizando un material no tejido de polipropileno extremadamente poroso y tridimensional metalizado con níquel.

Las características principales son:

- La mejor relación volumen/peso gracias al 90 % de llenado de volumen de los electrodos de fibra con material activo
- Es posible que se produzcan corrientes altas o muy altas durante la descarga y la carga
- No se forman carbonatos en el electrolito
- Vida útil larga y muchos ciclos de carga incluso en condiciones de temperatura extremas
- Soporta las demandas más altas de golpes y vibraciones
- Recipientes de células opcionalmente hechos de:
 - Polipropileno (PP)
 - Polipropileno ignífugo (PP-V0)
 - Polietersulfona (PES)
- Gran variedad de formas, desde las altas y extremadamente planas hasta las bajas con gran superficie de base

El siguiente dibujo muestra el diseño interno de una célula FNC rail:



- | | |
|---------------------------|--|
| 1 - Polo positivo | 8 - Paquete de electrodos negativos |
| 2 - Polo negativo | 9 - Paquete de electrodos positivos |
| 3 - Recipiente de células | 10 - Electrodo de estructura de fibra positivo con separador |
| 4 - Tapa de la célula | 11 - Pala de potencia |
| 5 - Tapón de ventilación | 12 - Electrodo de estructura de fibra negativo |
| 6 - Tuerca del polo | 13 - Separador |
| 7 - Polo de la célula | |



Nota

El electrolito utilizado en las células de las baterías FNC rail es una solución de hidróxido de potasio (KOH) con una adición de hidróxido de litio (LiOH). La densidad estándar de la solución alcalina es de $1,19 \pm 0,02$ kg/litro. Dependiendo del proyecto y de la temperatura ambiente, pueden ser necesarias diferentes densidades de solución alcalina.

A diferencia de la batería de plomo, la densidad de la solución alcalina no es una medida del estado de carga.

6.3. Centro de gravedad de la batería



Nota

Tenga en cuenta el centro de gravedad de la batería en todos los movimientos mecánicos (por ejemplo, elevación, transporte con carretilla elevadora, etc.).

6.4. Condiciones ambientales para las células de carril FNC

| Condiciones ambientales según EN 50125-1 | Descripción |
|--|---|
| Clase de temperatura T1 y T3 con densidad del electrolito de 1,19 kg/l | <ul style="list-style-type: none"> temperaturas ambiente -25°C ... +45°C, temperaturas interiores -25°C ... +55°C |
| Clase de temperatura T2 y TX con densidad del electrolito 1,236 kg/l | <ul style="list-style-type: none"> temperaturas ambiente -40°C ... +50°C, temperaturas interiores -40°C ... +60°C |
| Clase de altitud AX | Más de 1400 m |

6.5. Sistema de recarga de agua a baja presión

Un sistema de recarga de agua puede ser una parte opcional de su batería. Con la ayuda del sistema de recarga de agua a baja presión, los niveles de electrolito de las células FNC rail pueden rellenarse con agua destilada.

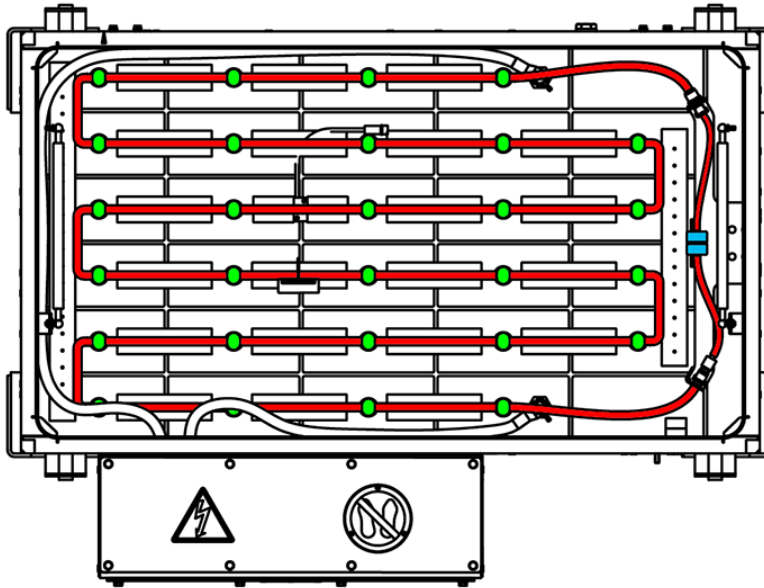
Se compone de tapones de recarga de agua en las células FNC rail, mangueras y una unidad de protección contra incendios. La siguiente imagen muestra un tapón de recarga de agua:



La siguiente imagen muestra una protección contra incendios (ejemplo):



La siguiente imagen muestra un ejemplo de una batería con un sistema de recarga de agua coloreado (sistema de mangueras = rojo; protección contra incendios = azul, tapón de recarga de agua = verde):

**Nota**

Para la recarga de agua con un sistema de recarga de agua, observar el documento independiente:

D00001-300-es<número de versión>-Water-Refilling.pdf

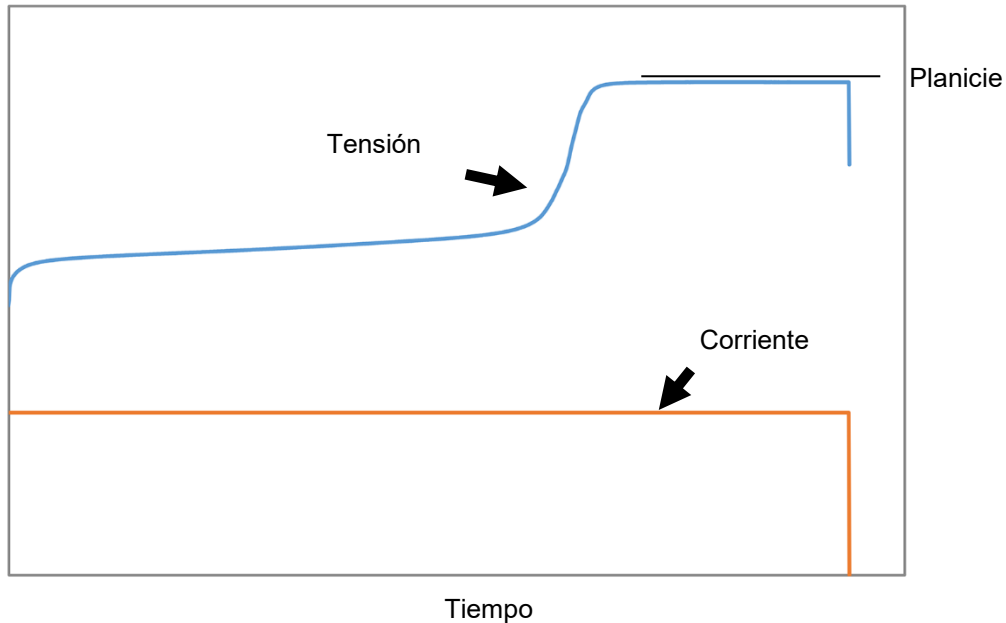
**Nota**

La manguera del sistema de recarga de agua debe seguir el potencial del cableado eléctrico de la batería de acuerdo con la norma EN 62485-3 para reducir la aparición de corrientes de fuga. Consulte también los planos técnicos específicos del proyecto del sistema de recarga de agua. Esto debe ser observado durante todos los trabajos en el sistema de recarga de agua.

6.6. Método de carga de las células FNC rail

6.6.1. Carga con corriente constante (I)

Con este método de carga, la célula se carga con la corriente constante $I_5 = Cn/5$ h. La tensión de carga no está limitada. Sin embargo, hay un límite de tiempo para que se cargue una capacidad definida en la célula.



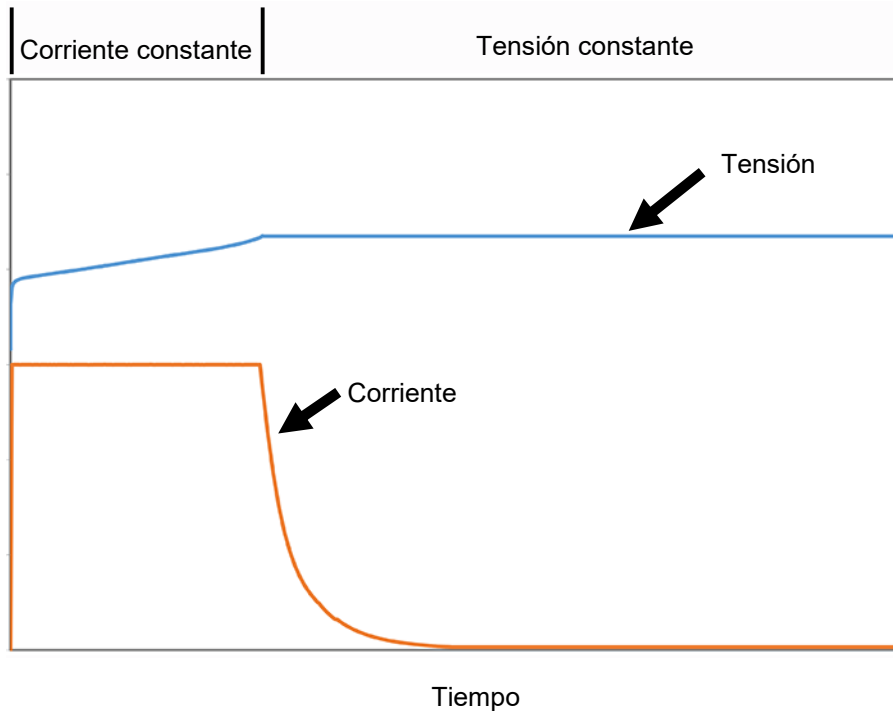
Al final del proceso de carga se producen tensiones relativamente altas en las células (hasta 1,9 V/célula). En esta fase (también llamada «planicie» o fase de gaseado), la mayor parte del agua se descompone en hidrógeno y oxígeno por la corriente de carga. Esto da lugar a un elevado consumo de agua.

La norma IEC60623 describe este procedimiento de carga para preparar las células para los ensayos de descarga posteriores. El límite de corriente se sitúa en la corriente nominal y el tiempo en el rango de 7 a 8 horas. Con este método de carga se puede alcanzar un estado de carga completa (100 %). Al mismo tiempo, todas las células de una batería conectada en serie están equilibradas. Por lo tanto, este método se utiliza para la carga de puesta en marcha y para el reacondicionamiento de las células FNC rail.

Este método de carga no se utiliza para el funcionamiento diario de la batería debido a la fuerte gasificación y al elevado consumo de agua. Además, la alta tensión que se produce está muy por encima del límite admisible de la tensión de funcionamiento del sistema eléctrico de mando.

6.6.2. Carga en una etapa con corriente y tensión constantes (IU)

Este procedimiento de carga limita tanto la corriente (I) como la tensión (U). Al principio de la carga, la corriente de carga está limitada y la tensión de carga aumenta lentamente. Cuando se alcanza una tensión definida, el cargador la mantiene constante. A continuación, la corriente descende automáticamente a un valor bajo.

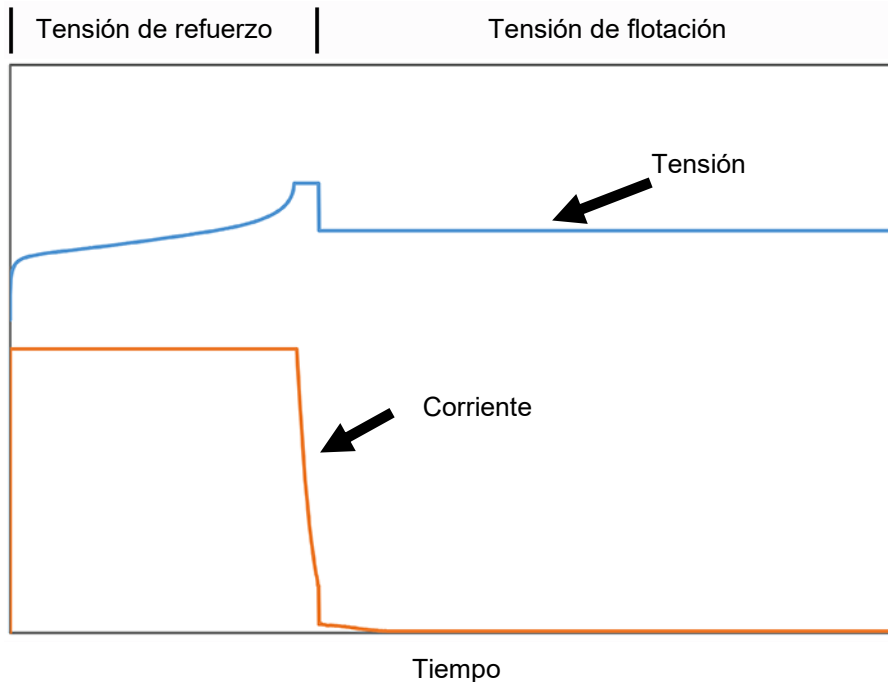


El ajuste de la tensión de carga representa siempre un compromiso entre el estado de carga alcanzable y el consumo de agua. Con una mayor tensión, el estado de carga también es mayor, pero la corriente de carga restante también aumenta, lo que provoca un mayor consumo de agua.

De acuerdo con la limitación de la tensión de carga, debe asumirse un estado de carga reducido para el funcionamiento de la batería en el diseño. Normalmente, se asume un valor del 90 % de la capacidad nominal (EN 50547). En aplicaciones extremas (temperaturas muy altas o muy bajas, uso cíclico) este valor puede ser inferior.

6.6.3. Carga en dos etapas con corriente y tensión constantes (IU0U)

El procedimiento de carga en dos etapas (IU0U) funciona inicialmente según el mismo principio que la carga en una sola etapa. Primero se limita la corriente y luego la tensión se mantiene constante cuando se alcanza un determinado valor. Este primer umbral de tensión se denomina «tensión de refuerzo» (también conocida como tensión de carga fuerte). Una vez alcanzada la tensión de refuerzo, la corriente de carga disminuye. Cuando se alcanza una determinada corriente de carga (normalmente $I_{20} = C_n/20 \text{ h}$), la tensión se reduce a un valor inferior. Este valor de tensión se denomina «tensión de flotación» (también conocida como tensión de retención de carga).



La ventaja es que la tensión de refuerzo puede seleccionarse más alta que con una carga de una sola etapa. Esto prolonga la fase de corriente constante, lo que da lugar a un mejor estado de carga en un tiempo más corto.

Tras alcanzar el umbral de corriente (I_{20}), que indica que la batería está suficientemente cargada, la tensión pasa a ser la de flotación. Esta es significativamente menor que la tensión de la carga de una sola etapa. Esta mantiene el consumo de agua al mínimo mientras se mantiene el estado de carga.

Si se produce una descarga de la batería, la corriente de carga volverá a aumentar. Cuando se alcanza el punto de conmutación (I_{20}), la tensión de carga se ajusta de nuevo al valor de refuerzo para recargar la batería rápidamente. Después de eso, la corriente de carga vuelve a caer y el cargador cambia de nuevo a la tensión de flotación.

Como resultado, este método de carga elimina el compromiso entre el consumo de agua y el estado de carga de la carga de una sola etapa.

Incluso con la carga en dos etapas, se debe incluir una reducción para el estado de carga cuando se diseña la batería. El valor suele estar en el mismo rango que el de la carga de una sola etapa.

6.7. Compensación de temperatura

Como todas las reacciones químicas, los procesos de carga/descarga en la célula están sujetos a un efecto de temperatura. En general, las reacciones químicas se producen más rápidamente a medida que la temperatura aumenta y más lentamente a medida que la temperatura disminuye. Por esta razón, se utiliza la compensación de temperatura para la tensión de carga.

Esta compensación se aplica igualmente para el procedimiento de carga de una etapa (IU) y de dos etapas (IU0U).



Nota

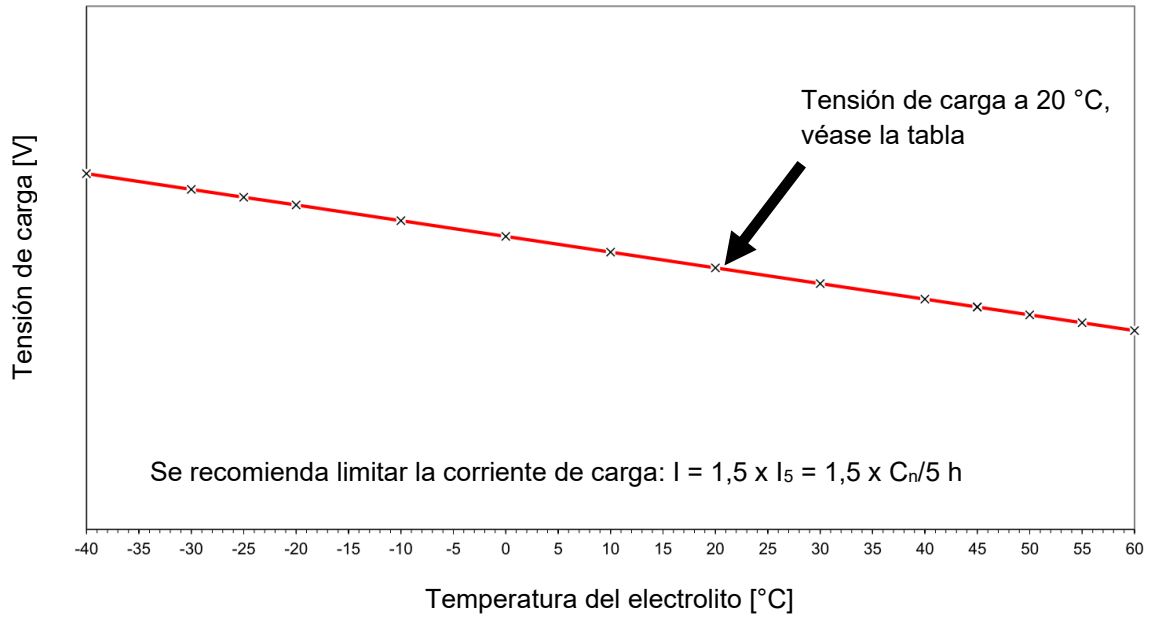
Dependiendo del modo especial de funcionamiento de un vehículo y de los requisitos especiales resultantes para la carga, los valores individuales pueden desviarse de los indicados a continuación.

| Clase de potencia de las células según la norma EN 60623 | Tensión de carga a 20 °C en V por célula conectada en serie | | | Compensación de temperatura en V/grd/célula; a partir de 20 °C |
|--|---|--|---|--|
| | Carga de una etapa (IU) | Carga de 2 etapas (IU0U), retención de carga | Carga de 2 etapas (IU0U), carga intensa | |
| L | 1,52 *) | 1,50 | 1,60 | -0,003 |
| M | 1,52 *) | 1,50 | 1,60 | |
| H | 1,47 *) | 1,45 | 1,55 | |
| X | 1,45 *) | 1,40 | 1,50 | |

*) : Valores orientativos; pueden variar en función del proyecto

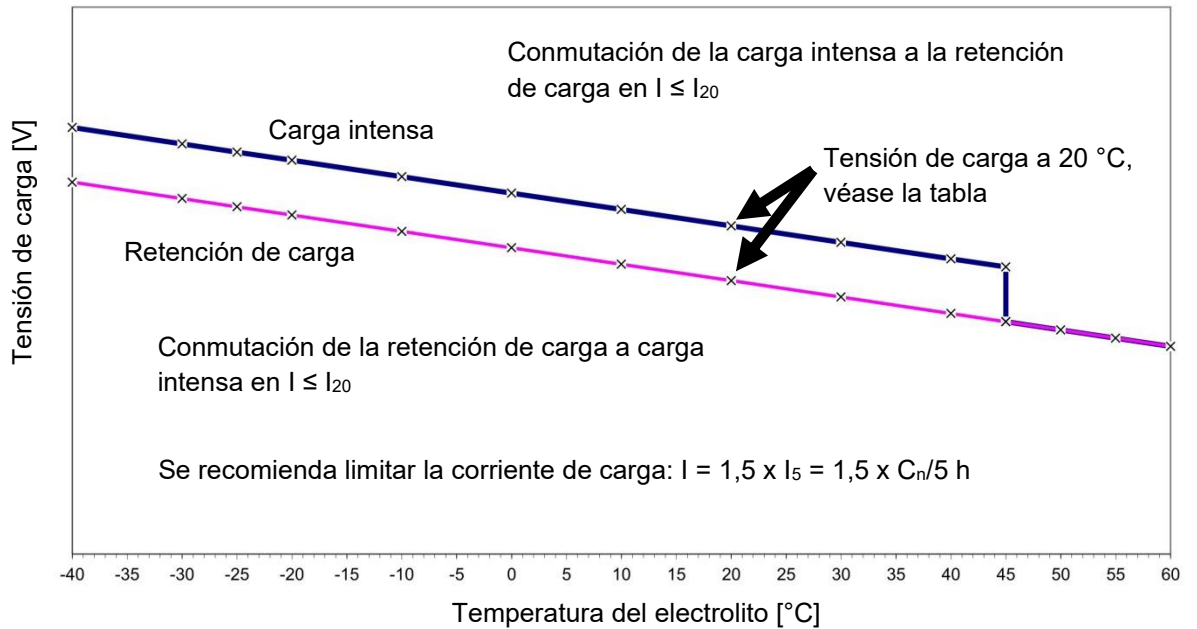
La siguiente imagen muestra la tensión de carga por célula conectada en serie en función de la temperatura de la batería controlada por el cargador (curva característica IU).

Carga con compensación de temperatura $-3 \text{ mV}/^\circ\text{C}/\text{célula}$ a partir de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ para baterías de NiCd de HOPPECKE con carga de tensión constante en 1 etapa con limitación de corriente:



La siguiente imagen muestra la tensión de carga por célula conectada en serie en función de la temperatura de la batería controlada por el cargador (curva característica IU0U).

Carga con compensación de temperatura $-3 \text{ mV/}^\circ\text{C/célula}$ a partir de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ para baterías de NiCd de HOPPECKE con carga de tensión constante en 2 etapas con limitación de corriente:



Las siguientes condiciones se aplican a la curva característica mostrada:

- Conmutación de la retención de carga a carga intensa:
La corriente supera de forma continua un valor de $I_{20} = C_n/20 \text{ h}$.
- Conmutación de la carga intensa a la retención de carga:
La corriente no alcanza de forma continua un valor de $I_{20} = C_n/20 \text{ h}$.
- Limitación de corriente $1,5 \times I_5 = 1,5 \times C_n/5 \text{ h}$ (valor recomendado, posibles desviaciones a corrientes superiores o inferiores)
- La carga intensa no es posible a una temperatura $\geq 45 \text{ }^\circ\text{C}$. Seleccionar la histéresis de forma que la vuelta a la carga intensa solo se produzca a una temperatura $\leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$.



Nota

Si la temperatura de la batería es $\geq 60 \text{ }^\circ\text{C}$, el proceso de carga debe interrumpirse para evitar daños en las células. Seleccionar una regulación que no continúe el proceso de carga hasta que la temperatura de la batería haya descendido a $\leq 55 \text{ }^\circ\text{C}$.

**Nota**

Puede suponer que el sensor de temperatura está defectuoso si el cargador de baterías mide temperaturas superiores a +80 °C o inferiores a -50 °C.

Ajuste el cargador de baterías de manera que la tensión de carga se limite a la tensión de retención de carga a 60 °C en este caso.

El cargador de baterías debería generar un mensaje de ASISTENCIA y el sensor de temperatura defectuoso debería ser sustituido en unos días.

6.8. Parte alterna de la corriente de carga

La componente de corriente alterna efectiva superpuesta de la corriente de carga I_{eff} (valor efectivo) debe ajustarse a los valores limitados por el fabricante de la batería durante el mantenimiento o la carga intensiva. Los valores superiores de la componente de corriente alterna tienen un efecto perjudicial sobre la vida útil de las baterías debido a la generación de calor. La corriente efectiva I_{eff} puede medirse con un amperímetro (multímetro).

El límite máximo de la componente alterna que circula por la batería es, para las baterías de níquel-cadmio:

- Para la carga lenta: 20 A por cada 100 Ah de capacidad nominal de la batería.
- Para cargas pesadas: 20 A por cada 100 Ah de capacidad nominal de la batería.

7. Instrucciones de transporte

Respete las normas de transporte de las baterías indicadas en los siguientes apartados.



Nota

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12.](#)

7.1. Transporte terrestre (carretera/ferrocarril) según el ADR/RID

Las baterías llenas con el n.º ONU 2795 BATERÍAS (ACUMULADORES), HÚMEDAS, LÍQUIDO ALCALINO no están clasificadas como mercancías peligrosas sujetas a declaración durante el transporte. Deben cumplirse los siguientes requisitos (de acuerdo con la disposición especial 598 del ADR, capítulo 3.3):

| | |
|----------------------|---|
| Baterías nuevas, si: | están aseguradas contra deslizamiento, caídas y daños. están provistas de dispositivos de transporte, a menos que se apilen en palés, por ejemplo. no presentan restos peligrosos de solución alcalina o ácidos en el exterior; están protegidas contra los cortocircuitos. |
| Baterías usadas, si: | sus carcasas no están dañadas. están aseguradas contra fugas, deslizamiento, caídas y daños; por ejemplo, apiladas en palés. no presentan restos peligrosos de solución alcalina o ácidos en el exterior. están protegidas contra los cortocircuitos. |

Las «baterías usadas» son las que se transportan para su reciclaje después de su uso normal.

Si no se cumplen las condiciones de la disposición especial 598, declarar y transportar las baterías nuevas y usadas como mercancías peligrosas de la siguiente manera:

| | |
|--|--|
| Clase de mercancía peligrosa de la ONU | 8 |
| N.º ONU (número de sustancia) | 2795 |
| Denominación y descripción | BATERÍAS (ACUMULADORES), HÚMEDAS, LÍQUIDO ALCALINO |
| Grupo de embalaje | ningún grupo de embalaje asignado |
| Etiquetas de peligro | 8 |
| Código de restricción del túnel de ADR | E |

7.2. Transporte marítimo según el IMDG Code

Declare las baterías FNC rail para el transporte marítimo de la siguiente manera:

| | |
|--|--|
| Clase de mercancía peligrosa de la ONU | 8 |
| N.º ONU (número de sustancia) | 2795 |
| Nombre de envío correcto | BATERÍAS (ACUMULADORES), HÚMEDAS, LÍQUIDO ALCALINO |
| Grupo de embalaje | ningún grupo de embalaje asignado |
| Etiquetas de peligro | 8 |
| EmS | F-A, S-B |
| Instrucciones de embalaje | P801 |

7.3. Transporte aéreo

Declare las baterías FNC rail para el transporte aéreo de la siguiente manera:

| | |
|--|--|
| Clase de mercancía peligrosa de la ONU | 8 |
| N.º ONU (número de sustancia) | 2795 |
| Nombre de envío correcto | BATERÍAS (ACUMULADORES), HÚMEDAS, LÍQUIDO ALCALINO |
| Grupo de embalaje | ningún grupo de embalaje asignado |
| Etiquetas de peligro | 8 |
| Instrucciones de embalaje | 870 |

8. Instrucciones de almacenamiento

La vida útil de las baterías comienza con la entrega en fábrica de HOPPECKE. Los periodos de almacenamiento se contabilizarán en su totalidad para la vida útil.



Nota

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12.](#)

8.1. Instrucciones generales

Desembalar, instalar y poner en marcha las baterías lo antes posible tras la entrega, véase [9 Puesta en marcha en la página 37.](#)

Si esto no es posible:

- Guardar las baterías en un lugar limpio y seco, idealmente protegido contra las heladas.
- Proteger las baterías contra los daños mecánicos y la suciedad.
- No exponer las baterías a la luz solar directa.
- No apilar las baterías una encima de otra.
- Respetar la normativa aplicable específica del proyecto.



Nota

La temperatura mínima de almacenamiento es -25 °C.

La temperatura ideal de almacenamiento es +20 °C.

Las temperaturas de almacenamiento más elevadas provocan una autodescarga más rápida y un desgaste prematuro de la batería.

La temperatura máxima de almacenamiento es +60 °C.

Se permite una humedad relativa máxima del 90 % durante el almacenamiento.

8.2. Tiempo de almacenamiento



Nota

El periodo de almacenamiento de la batería no debe superar los tres meses después de su fabricación.

Si el periodo de almacenamiento previsible supera los tres meses, descargar la batería como se describe a continuación.

El sistema de baterías preparado de esta forma puede almacenarse durante tres años.

La fecha de fabricación de las células de carril FNC puede especificarse de 2 maneras diferentes:

- Fecha de producción hasta CW 15/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos proporcionan información sobre la semana de producción y el año de producción.

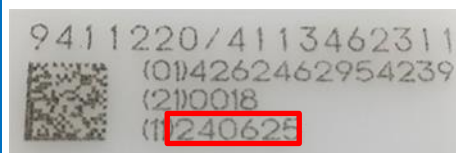
Ejemplo: xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

- Fecha de producción a partir de la semana 16/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 6 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los 6 dígitos proporcionan información sobre el día, mes y año de producción, véase el siguiente diagrama:



Ejemplo:

240625 => año de producción 24; mes de producción 06, día de producción 25

Pasos para preparar la batería para su almacenamiento:

Objetivo: La batería está preparada para el almacenamiento.

1. Si la batería se ha suministrado con tapones amarillos de transporte, sustituirlo por tapones de recarga de agua o tapones de ventilación.
2. Descargar la batería con un cargador/descargador con la corriente nominal I_5 ($= C_n/5$ h).
Descargar hasta que la tensión de la batería alcance una media de 1 V por célula conectada en serie.

Resultado: La batería ya está lista para el almacenamiento.



Nota

Nueva puesta en marcha:

Cargar el sistema de baterías para volver a ponerlo en marcha como se describe en [9.2.2 Carga para la puesta en marcha en la página 44](#) .

8.3. Almacenamiento con batería montada



Nota

Lo ideal es almacenar la batería separada del vehículo en un lugar limpio y seco, idealmente protegido contra las heladas.

Si no es posible desconectar la batería del vehículo y este está aparcado, asegurarse de que la batería no está muy descargada.

Desconectar la batería eléctricamente del sistema eléctrico del vehículo para evitar que las cargas permanentes descarguen la batería.

El estacionamiento se considerará como una operación normal en términos de mantenimiento. Realizar los intervalos y trabajos de mantenimiento periódicos, véase [10 Mantenimiento en la página 52](#).



Nota

Si el periodo de estacionamiento supera los 3 meses, realizar una puesta en marcha antes de que el vehículo entre en funcionamiento regular; véase [9.2.2 Carga para la puesta en marcha en la página 44](#).

9. Puesta en marcha/montaje



Nota

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12](#).



Nota

Las baterías se pueden suministrar de varias maneras:

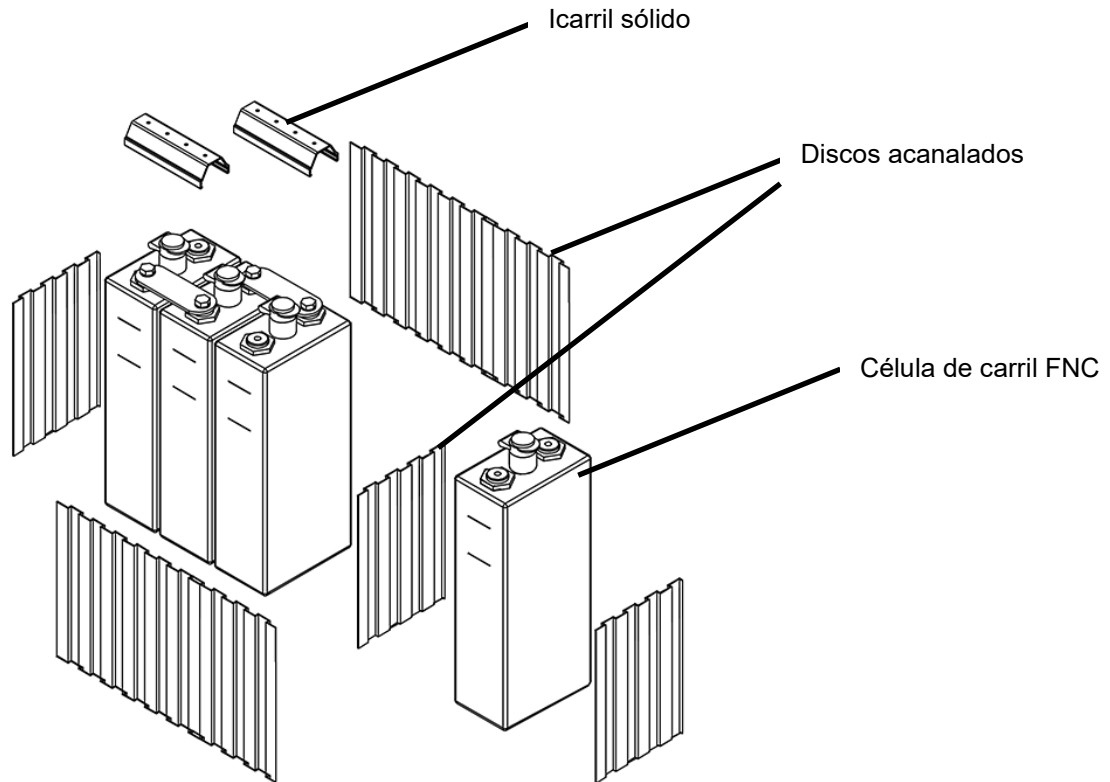
- Células individuales con conectores y otros accesorios para el montaje por parte del cliente.
- Soportes individuales montados por el cliente en el compartimento de la batería del vehículo. Las células ya están completamente montadas en los soportes.
- Contenedores de baterías completos que contienen la batería y otros componentes eléctricos ya montados. Los contenedores los instala el cliente en el vehículo.

En el caso de proyectos específicos, puede incluirse información adicional en la documentación suministrada por separado.

**ATENCIÓN!**

Para la entrega de los llamados kits de baterías con montaje por parte del cliente, observe los siguientes puntos relativos a la situación de montaje:

- Las células de carril FNC deben instalarse con ajuste a presión en el soporte / contenedor antes de su puesta en servicio.
- Placas acanaladas adicionales entre las células
- Placas acanaladas también entre el exterior del paquete de células y el canal/contenedor.



Las baterías suelen entregarse llenas y cargadas. Pueden conectarse y ponerse en marcha en un plazo de tres meses a partir de la fecha de fabricación sin necesidad de preparativos especiales.

La fecha de fabricación de las células de carril FNC puede especificarse de 2 maneras diferentes:

- - Fecha de producción hasta CW 15/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos proporcionan información sobre la semana de producción y el año de producción.

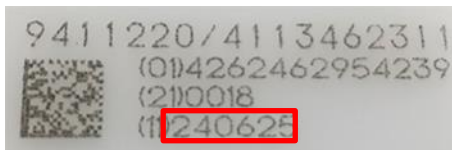
Ejemplo: xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

- Fecha de producción a partir de la semana 16/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 6 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los 6 dígitos proporcionan información sobre el día, mes y año de producción, véase el siguiente diagrama:



Ejemplo:

240625 => año de producción 24; mes de producción 06, día de producción 25

En los siguientes casos, se debe realizar una carga de puesta en marcha antes de montar y poner en marcha las baterías (véase [9.2.2 Carga para la puesta en marcha en la página 44](#)):

- La fecha de fabricación es de hace más de 3 meses en el momento de la puesta en marcha.
- Las baterías entregadas sin llenar y sin cargar deben ponerse en marcha. Realizar la carga de puesta en marcha después de haber llenado las baterías con solución alcalina (véase [9.2.1.3 Preparación de las baterías con células sin llenar en la página 42](#)).
- Las baterías entregadas llenas y sin cargar deben ponerse en marcha.
- El vehículo en el que se utilizan las baterías debe ponerse en funcionamiento para la operación de ruta regular después del funcionamiento de prueba, el tiempo de parada o de transporte más largo, véase [9.4 Nueva puesta en marcha tras el funcionamiento de prueba o de estacionamiento en la página 51](#).

9.1. Comprobación de la entrega

HOPPECKE Batterie Systeme GmbH embala su envío con el mayor cuidado posible para que llegue sin daños.

Comprobar los siguientes puntos de la entrega inmediatamente:

- Integridad (comparación con el albarán)
- Daños de transporte
- Documento:
 - Daños en el embalaje exterior
 - Manchas visibles o humedad que indiquen una fuga de electrolitos.

Si la entrega está incompleta o hay daños de transporte:

- Escribir un breve informe de defectos en el albarán antes de firmarlo.
- Solicitar al transportista una inspección y anote el nombre del inspector.
- Elaborar un informe de defectos y enviarlo a HOPPECKE Batterie Systeme GmbH y al transportista en un plazo de 14 días.

Comprobar que la mercancía no tiene defectos:

- Leer las instrucciones del capítulo [2 Instrucciones de seguridad](#).
- Desembalar las baterías después de la entrega y comprobar si hay defectos realizando una inspección visual y del funcionamiento.
- Documentar los posibles defectos existentes y enviar el documento a Hoppecke Batterie Systeme GmbH en un plazo de 14 días.



Nota

Si notifica al transportista los defectos o el estado incompleto demasiado tarde, puede perder sus derechos.

9.2. Medidas antes de la primera puesta en marcha

9.2.1. Preparativos

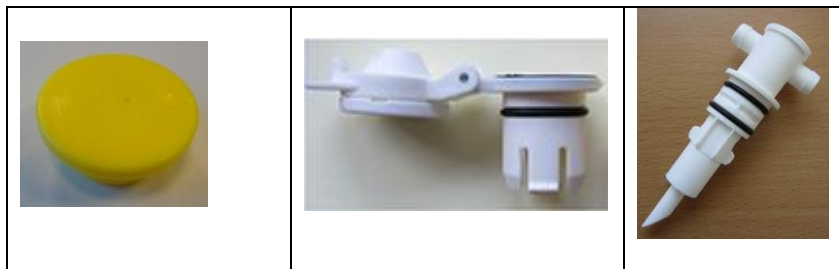


Nota

Los medios auxiliares, como los tubos de vidrio para determinar el nivel de llenado, los dispositivos para rellenar el agua y los cargadores, forman parte de la gama de accesorios que ofrece HOPPECKE Batterie Systeme GmbH.

9.2.1.1. Sustitución de los tapones de transporte de las células de la batería

Cuando las baterías se envían, las células pueden estar selladas con uno de los siguientes tipos de tapones:



Tapones de transporte amarillos

Tapones de ventilación blancos

Tapones de recarga de agua (sistema de baja presión)



Nota

Los tapones de transporte amarillos impiden la ventilación de las células y pueden causar la destrucción de las células individuales cuando se carga la batería.

Si las células se suministran con tapones de transporte amarillos, sustituirlos por los tapones de ventilación/recarga de agua que se suministran por separado.



Nota

En caso necesario, la documentación suministrada por separado con la batería describe cómo montar un sistema de recarga de agua.

9.2.1.2. Recomendación de medidas adicionales

Se recomienda llevar a cabo las siguientes medidas adicionales antes de montar y poner en marcha cada batería:

- Comprobar la estanqueidad de los conectores de las células y sus conexiones roscadas.
- Comprobar la resistencia del aislamiento de la batería (véase [10.1.6 Medición de la resistencia del aislamiento en la página 62](#)).
- Crear un protocolo de puesta en marcha para la batería (véase [14.2 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 100](#)).

9.2.1.3. Preparación de las baterías con células sin llenar

Objetivo: La batería sin llenar está preparada para su uso en el vehículo.



ADVERTENCIA

Hay peligro debido a:

- Trabajos en células FNC rail abiertas. Puede producirse un contacto con el electrolito.
- Daños en la carcasa. El electrolito puede salir de la célula afectada.
- Inversión de la polaridad de la batería o de las células individuales. Se puede provocar un sobrecalentamiento y, por tanto, una fuga de electrolito.

Existe un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.

El electrolito puede causar quemaduras graves en la piel y daños oculares graves.

Medidas para evitar el peligro:

- Utilizar siempre gafas y guantes de protección cuando se trabaje con baterías.
- Lavar con agua la ropa contaminada con el electrolito.
- Comprobar la polaridad correcta antes de realizar las conexiones.

Observar las medidas de primeros auxilios, véase [2.1.3 Electrolito en la página 14](#).



Nota

- Si es posible, utilice siempre el electrolito premezclado disponible en Hoppecke en envases de 30 litros. La mezcla independiente de la solución de hidróxido de potasio sólo puede realizarse en casos excepcionales si no está permitido el transporte de productos químicos húmedos.
- El llenado con ácido destruye las células de las baterías FNC rail. Una mezcla inadecuada de potasa afectará negativamente al rendimiento de la batería.
- Para llenar las células de la batería, utilizar únicamente un electrolito conforme a la norma IEC EN 60993.

1. Sacar la batería sin llenar del almacén y colocarla en un taller de baterías adecuado para productos químicos húmedos.
2. No retirar los tapones de transporte amarillos y dejar que la batería se aclimate durante un tiempo de reposo de 6 horas si la diferencia de temperatura entre el almacén y el taller de baterías es superior a 10 °C.



Nota

La preparación y el manejo del electrolito se describen en una documentación separada de HOPPECKE Batterie Systeme GmbH. (Véase el documento: «Electrolyte_Mixing.pdf»)

No es necesario cambiar el electrolito durante toda la vida útil de la batería.

3. No retirar los tapones de transporte amarillos hasta justo antes de llenar la batería.
4. Llenar cada célula de la batería con el electrolito hasta aproximadamente 1 cm por encima de la marca de mínimo.
5. Montar los tapones de ventilación suministrados (o los tapones de recarga de agua y el sistema de mangueras si hay un sistema de recarga de agua).

6. Dejar la batería en reposo durante 12 horas.
7. Volver a desmontar los tapones de ventilación o el sistema de recarga de agua.
8. Montar los tubos de desgasificación (número de material Hoppecke 4143180110) en cada célula.
9. Cargar la batería con corriente constante I_5 durante 7,5 horas.



Nota

La batería no puede superar una temperatura de 45 °C durante la carga.

Si se alcanza una temperatura de 45 °C, interrumpir la carga.

Observar el tiempo de carga restante.

No continuar la carga hasta que la temperatura de la célula haya descendido a 25 °C.

Completar el tiempo de carga de 7,5 horas después de que la batería se haya enfriado.

Si la batería vuelve a alcanzar una temperatura de 45 °C antes de que se complete el tiempo de carga de 7,5 horas, interrumpir de nuevo la carga, etc.

10. Dejar la batería en reposo durante al menos 8 horas, preferiblemente toda la noche.
11. Desconectar el cargador/descargador de la batería.
12. Desmontar los tubos de desgasificación.
13. Llenar manualmente los niveles de electrolito de las células con electrolito hasta la marca de máximo.

| Formato de las células de la batería | Nivel máximo de electrolito según el tubo de vidrio de medición [mm] |
|--------------------------------------|--|
| R 2 | 36 ± 2 (3,5 anillos) |
| R 3 | |
| R 4 | 55 ± 2 (5,5 anillos) |



Nota

Los niveles de electrolito de las células pueden controlarse con el tubo de vidrio de medición de Hoppecke (n.º mat.: 4144140010), véase [10.1.2 Comprobación del nivel de electrolitos en la página 54](#). El tubo de vidrio de medición contiene una escala anular en la que se puede leer el nivel de electrolito en anillos.

14. Volver a montar los tapones de ventilación o el sistema de recarga de agua.

Resultado: La batería ya está lista para su uso en el vehículo.

9.2.2. Carga para la puesta en marcha



Nota

- Las baterías con células sin llenar deben recibir siempre una carga inicial después del llenado. Las células no cargadas también deben recibir una carga de puesta en marcha.
- En caso contrario, se aplica lo siguiente:
Si la puesta en marcha tiene lugar hasta 3 meses después de la fecha de fabricación, las medidas aquí descritas no son necesarias.
 - La fecha de fabricación (semana natural y año) de la batería está en la placa de características.
 - Además, la fecha de fabricación de las células FNC rail está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos dan información sobre la semana de producción y el año.
Ejemplo:
xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

La fecha de fabricación de las células de carril FNC puede especificarse de 2 maneras diferentes:

- Fecha de producción hasta CW 15/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos proporcionan información sobre la semana de producción y el año de producción.

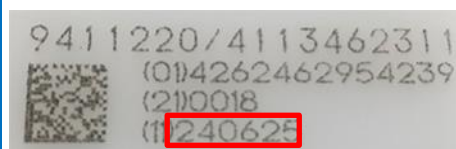
Ejemplo: xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

- Fecha de producción a partir de la semana 16/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 6 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los 6 dígitos proporcionan información sobre el día, mes y año de producción, véase el siguiente diagrama:



Ejemplo:

240625 => año de producción 24; mes de producción 06, día de producción 25

**PELIGRO****Peligro de explosión por formación de gas muy explosivo**

Cuando las células se cargan, el agua se descompone y se forma una mezcla de gas hidrógeno-oxígeno (gas muy explosivo), que explota incluso con un bajo aporte de energía.

Mantener cualquier fuente de ignición lejos de la batería:

- Llamas abiertas o fuego
- Fumar
- Chispas incandescentes
- Chispas que saltan durante el trabajo de amolado
- Chispas eléctricas de interruptores o fusibles
- Superficies calientes con temperaturas superiores a 300 °C
- Descargas electrostáticas

Trabajar con herramientas aisladas de la tensión y que no generen chispas.

Conéctese a tierra cuando trabaje directamente en la batería.

Asegurarse de que el compartimento del contenedor esté suficientemente ventilado de acuerdo con la norma DIN EN IEC 62485-2 para que se descargue cualquier mezcla de gases explosivos que pueda producirse.

**Nota**

La carga para la puesta en marcha es una carga de corriente constante, véase [6.6.1 Carga con corriente constante \(I\)](#) en la página 25.

Herramientas necesarias:

- Equipo de carga/descarga adecuado
- Tubos de vidrio de medición
- Multímetro digital
- Tubos de desgasificación
- Termómetro de contacto

Realizar las siguientes tareas en el orden indicado:

| Tarea | Descripción |
|--|---|
| Preparar la carga para la puesta en marcha | 9.2.2.1 Preparación en la página 46 |
| Realizar la carga para la puesta en marcha | 9.2.2.2 Aplicación en la página 47 |
| Seguimiento de la carga para la puesta en marcha | 9.2.2.3 Seguimiento en la página 48 |

9.2.2.1. Preparación

Objetivo: Las células están preparadas para llevar a cabo la carga para la puesta en marcha.



Nota

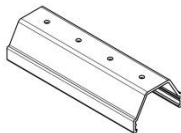
Realizar las medidas antes de la primera puesta en marcha en la batería desmontada; es decir, separada mecánicamente del vehículo.



Nota

Se recomienda encarecidamente que la carga para la puesta en marcha se realice en una zona de trabajo climatizada a 20 °C (±5 °C).

1. Retirar los tapones de ventilación de cada célula FNC rail o, si están presentes, retirar el sistema de mangueras y los tapones de recarga de agua.
2. Retirar las barras aislantes.



3. Medir las tensiones individuales de las células con un multímetro digital y registrar los valores en un protocolo de inspección.



Nota

Si la tensión de reposo de una célula es < 1,2 V, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

4. Colocar un tubo de desgasificación en cada célula FNC rail (número de material HOPPECKE: 4143180110).

Resultado: Las células ya están preparadas para llevar a cabo la carga para la puesta en marcha. Continuar con la aplicación.

9.2.2.2. Aplicación

Objetivo: Las células se ponen en estado de carga.



Nota

Los pasos 1 y 2 no se aplican si la batería se adquirió sin cargar o si se descargó previamente según [8.2 Tiempo de almacenamiento en la página 34](#).

1. Descargar la batería con un cargador/descargador con la corriente nominal I_5 hasta que la tensión de la batería haya bajado a 1 V por célula.
2. Dejar la batería sin carga en reposo durante 4 horas.
3. Medir la temperatura de la batería, por ejemplo, con un termómetro de contacto. La célula que se va a medir debe instalarse en el centro de la batería para detectar el punto más caliente del sistema.
4. Cargar la batería con corriente constante I_5 durante 7,5 horas.



Nota

Si el cargador que se utiliza requiere la introducción de un límite de tensión, ajustarlo a 2 V por célula.



Nota

La batería no puede superar una temperatura de 45 °C durante la carga.

Si se alcanza una temperatura de 45 °C, interrumpir la carga.

Observar el tiempo de carga restante.

No continuar la carga hasta que la temperatura de la célula haya descendido a 25 °C.

Completar el tiempo de carga de 7,5 horas después de que la batería se haya enfriado.

Si la batería vuelve a alcanzar una temperatura de 45 °C antes de que se complete el tiempo de carga de 7,5 horas, interrumpir de nuevo la carga, etc.

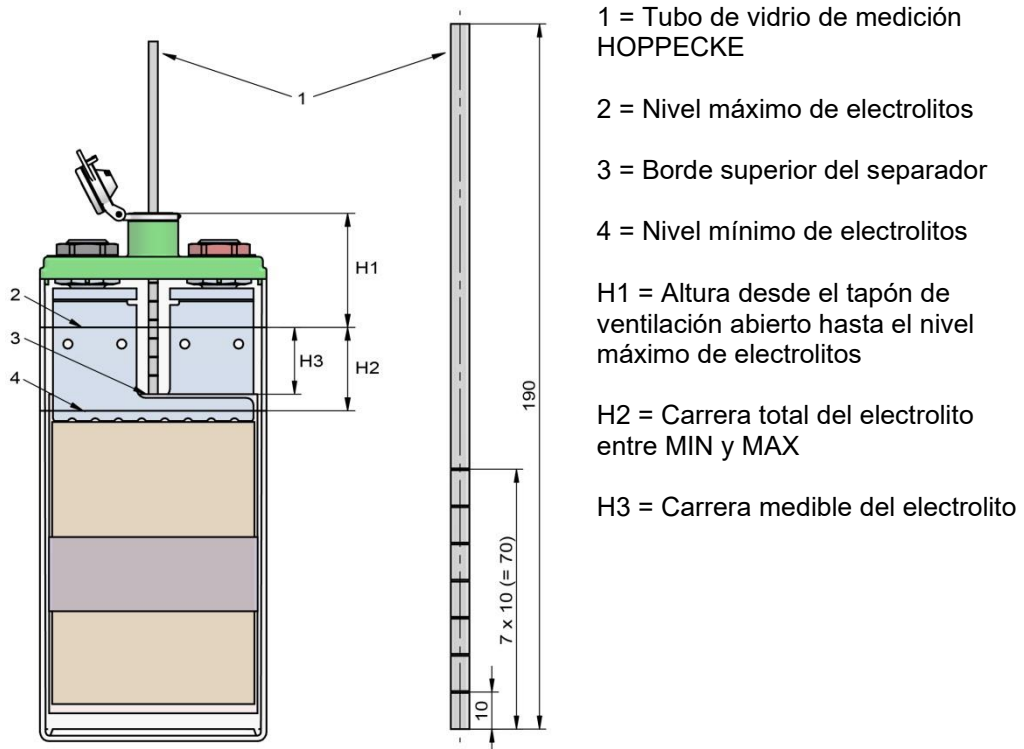
5. Dejar la batería en reposo durante al menos 8 horas, preferiblemente toda la noche.
6. Desconectar el cargador/descargador de la batería.

Resultado: Las células ya están en estado de carga. Continuar con el seguimiento.

9.2.2.3. Seguimiento

Objetivo: Después de la carga, las células se preparan para volver a funcionar.

1. Retirar el tubo de desgasificación.
2. Medir el nivel de electrolito en cada célula con el tubo de vidrio de medición (número de material HOPPECKE: 4144140010).
 - Mantener libre la abertura superior del tubo de vidrio de medición e introducirlo en la célula hasta el tope.
 - Cerrar la abertura superior del tubo de vidrio de medición con el dedo índice.
 - Retirar el tubo de vidrio de medición de la célula hasta que la escala sea visible.
3. Leer el nivel de electrolito en la célula a partir del electrolito que queda en el tubo de vidrio de medición y dejar que el electrolito del tubo de vidrio de medición vuelva a fluir hacia la célula.
4. Llenar las células con agua destilada hasta el nivel de máximo.



| Formato de las células de la batería | Nivel máximo de electrolito según el tubo de vidrio de medición [mm] |
|--------------------------------------|--|
| R 2 | 36 ± 2 (3,5 anillos) |
| R 3 | |
| R 4 | 55 ± 2 (5,5 anillos) |

5. Volver a colocar los tapones de ventilación o volver a colocar los tapones de recarga de agua y restablecer el sistema de mangueras.
6. Eliminar a fondo cualquier suciedad de la batería con un paño limpio y húmedo.
7. Medir las tensiones individuales de las células con un multímetro digital y registrar los valores en un protocolo de inspección. Si las tensiones individuales de las células se desvían más de ± 50 mV de la media de todas las tensiones de las células, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

8. Sustituir las barras aislantes.

Resultado: Las células ya están listas para funcionar de nuevo.

9.3. Montaje y conexión

Objetivo: La batería está conectada para su uso en el vehículo.



PELIGRO

Peligro debido a un cortocircuito entre los terminales positivo y negativo de una batería.

Si los terminales positivo y negativo de una batería se cortocircuitan, existe peligro de sobrecalentamiento y explosión.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

No cortocircuitar nunca los terminales positivo y negativo de una batería.



PELIGRO

Peligro al conectar una batería a la carga.

Invertir la polaridad de las baterías puede provocar un sobrecalentamiento y una fuga de solución alcalina.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Antes de realizar las conexiones, comprobar siempre la polaridad correcta.

Asegurarse de que todos los consumidores del vehículo y el cargador están desconectados o apagados.



Nota

Si los polos de una batería están dañados, esta ya no puede utilizarse.

No dañar los polos de las baterías.



Nota

- Proporcionar áreas estables y seguras para los portadores/batidores/celdas.
- Asegúrese de que todos los consumidores del vehículo y el cargador están apagados.



Nota

Tener en cuenta el esquema eléctrico específico del proyecto.



Nota

Durante el montaje de los cables de conexión del vehículo al sistema de baterías, el fabricante del vehículo debe garantizar que el montaje sea realizado de forma adecuada por personal formado, totalmente cualificado y autorizado. El fabricante del vehículo debe garantizar el grado de protección IP acordado según las especificaciones técnicas.

En el caso de la entrega de los conocidos juegos de baterías (las células, conectores, tornillos de los polos):

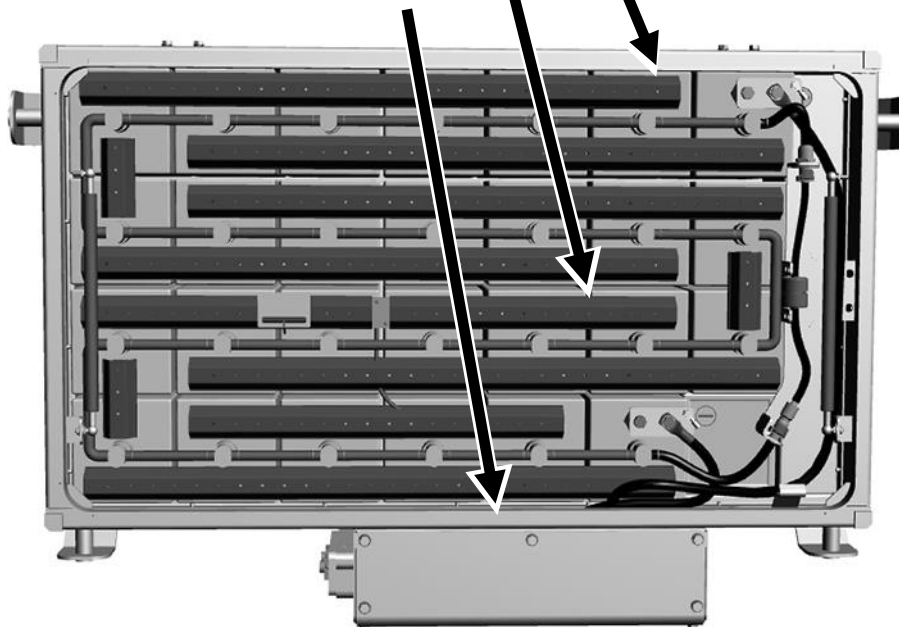
- Instalar las células en el compartimento de la batería del vehículo según el esquema de instalación del cliente.
- Instalar los conectores.
- Conectar los polos extremos.



Nota

La instalación de los celdas y de los paneles nervados se realiza siempre desde el exterior hacia el interior (y según se especifica en el plano de construcción). Las correcciones de las dimensiones de los huecos y los desniveles en las paredes exteriores se compensan con placas acanaladas en función del hueco. De esta forma se garantiza la instalación de los bloques/celdas en las cubetas de las baterías.

Insertar paneles acanalados
en todos los huecos



Nota

Las celdas/bloques deben montarse sobre una superficie plana (fondo de la cubeta). La tolerancia máxima de planicidad es de 3 mm en relación con la superficie total de la cubeta.



Nota

Cuando se montan celdas en contenedores o soportes, las celdas no deben ser "introducidos". Deben introducirse sin aplicar una gran fuerza, de lo contrario la costura de soldadura de la caja/tapa se sobrecargará y se producirán fugas.

**Nota**

Tenga en cuenta el par de apriete al realizar las uniones atornilladas.

- Par de apriete M8: 20 Nm ± 1 Nm
- Par de apriete M10: 25 Nm ± 1 Nm
- Utilizar nuevas arandelas elásticas.

1. Conectar el terminal positivo de la batería al terminal positivo de la red de a bordo o del cargador.
2. Conectar el terminal negativo de la batería al terminal negativo de la red de a bordo o del cargador.
3. Conectar las líneas de control (por ejemplo, sensores de temperatura, grifos de media tensión, etc.) si están disponibles.
4. Comprobar la conexión de la batería, por ejemplo, comprobando la tensión de carga y las señales de control.

Resultado: La batería ya está conectada para su uso en el vehículo.

9.4. Nueva puesta en marcha tras el funcionamiento de prueba o de estacionamiento

La experiencia ha demostrado que pueden darse largos periodos de prueba y estacionamiento de más de 3 meses entre la primera puesta en marcha de las baterías y la entrega del vehículo para su funcionamiento regular. En estos casos, debe realizarse una nueva carga de puesta en marcha, véase [9.2.2 Carga para la puesta en marcha en la página 44](#).

10. Mantenimiento

10.1. Mantenimiento preventivo



Nota

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12.](#)

Si no puede realizar el mantenimiento usted mismo, haga que el personal especializado de HOPPECKE o el personal autorizado por HOPPECKE Batterie Systeme GmbH revise las baterías de forma regular y adecuada.

Para garantizar el estado óptimo de la batería, siga el plan de mantenimiento:

| Tarea | Intervalo | Descripción |
|---|------------|--|
| Realización de una inspección visual | 6 meses *) | 10.1.1 Realización de una inspección visual en la página 53 |
| Comprobación del nivel de electrolitos | | 10.1.2 Comprobación del nivel de electrolitos en la página 54 |
| Medición de la tensión de carga | 1 año *) | 10.1.3 Medición de la tensión de carga en la página 56 |
| Recarga de agua destilada | | 10.1.4 Recarga de agua destilada en la página 58 |
| Limpieza de la batería | | 10.1.5 Limpieza de la batería en la página 61 |
| Medición de la resistencia del aislamiento | | 10.1.6 Medición de la resistencia del aislamiento en la página 62 |
| Realizar el reacondicionamiento | 5 años *) | La guía de reacondicionamiento incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Medición del nivel de electrolitos • Medición de las tensiones individuales de las células 10.1.7 Realizar el reacondicionamiento en la página 64 |
| Sustitución de las células FNC rail y de las piezas de fijación | 15 años *) | 12 Desmontaje/montaje de las células FNC rail y los accesorios en la página 88 |

*) Los intervalos pueden variar en función del proyecto y/o de la temperatura ambiente.



Nota

Como prueba en caso de reclamación de garantía, introducir las tareas y los valores medidos en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102.](#)

10.1.1. Realización de una inspección visual

Objetivo: Se realiza la inspección visual de la batería.

1. Comprobar la batería con respecto a los siguientes criterios:

| Objeto de inspección | Criterio de inspección | Solución |
|---|--|---|
| Suciedad | Comprobar que las células de la batería, los tornillos, los conectores y los terminales de los cables no estén sucios. | Eliminar a fondo la suciedad de las células de la batería, los tornillos, los conectores y los terminales de los cables con un paño limpio y húmedo, ya que el polvo y la humedad pueden provocar corrientes de fuga. |
| Ventilación | Comprobar el paso libre de las aberturas de ventilación | Despejar las aberturas de ventilación. |
| Daños mecánicos | Comprobar si la batería y el contenedor presentan daños mecánicos | Ponerse en contacto con el supervisor del almacén o con el servicio técnico de HOPPECKE. |
| Ajuste de conectores, tornillos y cables | Los conectores, tornillos y cables no deben estar sueltos | Apretar los conectores, tornillos y cables. |
| Nivel de electrolito de las células de la batería | El nivel de electrolitos debe estar entre las marcas de mínimo y máximo | En caso necesario, rellenar con agua destilada, véase 10.1.4 Recarga de agua destilada en la página 58 . |
| Ajuste del sensor de temperatura | Comprobar que el sensor de temperatura, si está presente, está bien montado | Fijar correctamente el sensor de temperatura. |
| Suciedad debido al electrolito | Los tapones deben estar bien apretados (sin manchas de electrolito en los tapones o en las células) | Comprobar que el tapón está bien ajustado y corregirlo si es necesario. |
| Ajuste del sistema de recarga de agua | Los sistemas de recarga de agua, si los hay, deben estar correctamente montados (sin mangueras ni tapones sueltos) | Comprobar que las mangueras y los tapones estén bien ajustados y corregirlos si es necesario. |
| Juntas | Las juntas de los contenedores, si las hay, no deben presentar daños mecánicos. | Sustituir las juntas dañadas. |

2. Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

Resultado: Se ha realizado la inspección visual.

10.1.2. Comprobación del nivel de electrolitos

Objetivo: Se ha comprobado el nivel de electrolitos de las células de la batería.

Cuando una batería se sobrecarga, la electrólisis descompone el agua del electrolito en gases (H_2 y O_2). El nivel de electrolitos desciende en consecuencia. La cantidad de agua descompuesta depende de la tensión de carga, el tiempo de carga por día y la temperatura.



ADVERTENCIA

Al comprobar el nivel de electrolitos, puede producirse un contacto con el electrolito.

Existe un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.

El electrolito puede causar quemaduras graves en la piel y daños oculares graves.

Utilizar gafas y guantes de protección cuando se trabaje con las baterías. (Guantes de cinco dedos de látex o PVC).

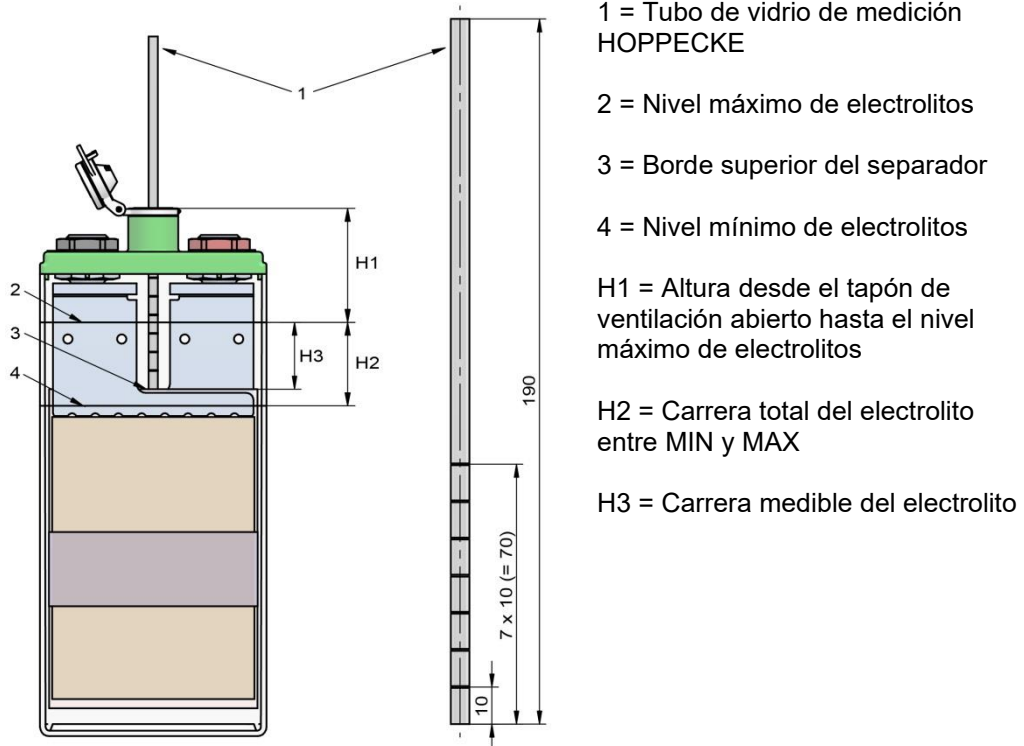
Herramientas necesarias:

- Tubos de vidrio de medición

Las células para uso en vehículos ferroviarios suelen tener recipientes de polipropileno ignífugo (PP-V0), a través de cuyas paredes no se ven los niveles de electrolitos. En los recipientes estándar translúcidos de polipropileno (PP) y polietersulfona (PES), los niveles individuales de electrolitos pueden no ser visibles debido a la situación de montaje. En estos casos, el tubo de vidrio de medición disponible en HOPPECKE (número de material: 4144140010) debe utilizarse como medio auxiliar para comprobar el nivel de electrolitos.

1. Abrir el tapón de ventilación o retirar el tapón de recarga de agua del 10 % de las células de la batería. Por ejemplo, 8 células en una batería de 80 células.

2. Mantener libre la abertura superior del tubo de vidrio de medición e introducirlo en la célula correspondiente hasta el tope.
 - Cerrar la abertura superior del tubo de vidrio de medición con el dedo índice.
 - Retirar el tubo de vidrio de medición de la célula hasta que la escala sea visible.



3. Leer el nivel de electrolito en la célula a partir del electrolito que queda en el tubo de vidrio de medición y dejar que el electrolito del tubo de vidrio de medición vuelva a fluir hacia la célula.



Nota

Los anillos cuentan hacia arriba desde el borde inferior del tubo de vidrio de medición.

- Si el nivel de electrolitos es superior a 2 anillos (R2 y R3) o superior a 3 anillos (R4), no es necesario añadir agua destilada. Continuar con el paso 4.
- Si el nivel de electrolitos en una de las células FNC es inferior o igual a 2 anillos (R2 y R3) o inferior o igual a 3 anillos (R4), rellenar con agua destilada hasta el nivel máximo. (véase [10.1.4 Recarga de agua destilada en la página 58](#))
- Si los niveles de electrolitos de las células FNC difieren en más de 2 anillos, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.
- Si el nivel de electrolitos de una o varias células es superior a 5 anillos (R2 y 3) o superior a 7 anillos (R4), ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

4. Volver a cerrar el tapón de ventilación o introducir de nuevo el tapón de recarga de agua.
5. Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

Resultado: Ya se ha comprobado el nivel de electrolitos de las células de la batería.

10.1.3. Medición de la tensión de carga

Objetivo: La tensión de carga de la batería se comprueba mediante medición.

Aquí se comprueba el sistema controlado sensor de temperatura-cargador-batería. La medición y el registro de la tensión de carga medida se utilizan para la detección de errores. Para ello, se mide la tensión de carga en la carga de mantenimiento o en la carga intensa y se compara con el valor nominal.



PELIGRO

Al acceder al sistema de baterías, puede producirse un contacto con bordes afilados y/o componentes con tensión debido a su diseño.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Tener mucho cuidado al realizar cualquier trabajo en las baterías.
- Usar equipos de protección personal, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12.](#)



Requisito

El sistema de baterías está conectado al cargador de a bordo del vehículo y se está cargando.

Herramientas necesarias:

- Multímetro digital
- Pinza de corriente DC
- Termómetro de contacto

1. Medir la tensión de carga del sistema de baterías con un multímetro adecuado.
2. Medir la corriente de carga del sistema de baterías con una pinza de corriente DC adecuada.
3. Medir la temperatura del sistema de baterías con un termómetro adecuado (por ejemplo, un termómetro de contacto).
4. Comprobar el valor medido utilizando las características de carga, véase [6.7 Compensación de temperatura en la página 28.](#)

Se aplica:

| | Corriente medida (I) | Tensión medida (U) |
|---------|--|--|
| Batería | $< I_{20}$ | Carga de mantenimiento |
| | Mayor que I_{20} pero menor que $(1,5 \times I_5)$ | Carga intensa |
| | $\geq (1,5 \times I_5)$ | Fase I; no hay declaración posible. Esperar hasta que U sea constante; es decir, hasta que haya una carga de mantenimiento o una carga intensa. |

Ejemplo basado en una célula FNC de clase de potencia M:

En el caso de una carga intensa, debe medirse una tensión de la célula de 1,60 V a 20 °C.



Nota

Si la tensión medida se desvía del valor nominal en más de $\pm 1,5 \%$, solucionar el problema del sensor de temperatura o del cargador.

5. Anotar el valor medido en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

Resultado: Se ha comprobado la tensión de carga de la batería.

10.1.4. Recarga de agua destilada

Objetivo: La batería se rellena con agua destilada.



ADVERTENCIA

Al comprobar el nivel de electrolitos, puede producirse un contacto con el electrolito. Existe un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.

El electrolito puede causar quemaduras graves en la piel y daños oculares graves.

Utilizar gafas y guantes de protección cuando se trabaje con las baterías (guantes de cinco dedos de látex o PVC).



Nota

Comprobar siempre el nivel de electrolito antes de este paso de mantenimiento, véase [10.1.2 Comprobación del nivel de electrolitos en la página 54](#).



Nota

- El llenado con ácido destruye las células FNC rail.
- El agua del grifo no está permitida y afectará al rendimiento de la batería.
- Para el rellenado de las células FNC rail, utilizar únicamente agua destilada/desionizada según la norma EN 60993 o DIN 43530-4.

La recarga de agua destilada puede realizarse con 3 métodos diferentes:

| Método | Descripción |
|---|--|
| Recarga manual de agua | Véase 10.1.4.1 Recarga manual de agua destilada en la página 59 |
| Recarga de agua con el sistema central de recarga de agua | Véase 10.1.4.2 Recarga de agua destilada con el sistema central de recarga de agua en la página 59 |
| Recarga de agua con el carro de recarga de agua para células individuales | Véase 10.1.4.3 Recarga de agua destilada con el carro de recarga de agua para células individuales en la página 60 |

Resultado: Los niveles de electrolitos de la batería se rellenan con agua destilada.

10.1.4.1. Recarga manual de agua destilada

Herramientas necesarias:

- Tubos de vidrio de medición
- Embudo o pipeta para introducir el agua destilada en las células

1. Abrir todos los tapones de ventilación.
2. Llenar cada célula FNC rail con agua destilada hasta el nivel de máximo.

Para los tipos de célula R2, R3 y R4 (la información del tipo forma parte de la designación de la célula, véase la etiqueta de cada célula) observar la siguiente tabla al rellenar el agua destilada:

| Formato de las células de la batería | Nivel máximo de electrolito según el tubo de vidrio de medición [mm] |
|--------------------------------------|--|
| R 2 | 36 ± 2 (3,5 anillos) |
| R 3 | |
| R 4 | 55 ± 2 (5,5 anillos) |

3. Cerrar el tapón de ventilación.
4. Limpiar el sistema de baterías si es necesario, véase [10.1.5 Limpieza de la batería en la página 61](#).
5. Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

10.1.4.2. Recarga de agua destilada con el sistema central de recarga de agua



Nota

Si se ha montado un sistema de recarga de agua en la batería, se aplica lo siguiente:
 Recarga de agua destilada con el sistema central de recarga de agua. Las instrucciones se describen en el siguiente documento:
[D00001-300-es<número de versión>-Water-Refilling.pdf](#)

Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

10.1.4.3. Recarga de agua destilada con el carro de recarga de agua para células individuales



Nota

Si se proporciona un carro de recarga de agua para células individuales, se aplica lo siguiente:
Recarga de agua destilada con el carro de recarga de agua para células individuales. Las instrucciones se describen en el siguiente documento:
D00003-300-de<número de versión>_Manual_SemiAutomaticWaterfilling.pdf

Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo de mantenimiento para las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102.](#)

10.1.5. Limpieza de la batería

Objetivo: Se limpia la batería.

Una batería limpia es imprescindible para evitar accidentes y daños materiales, así como para evitar la reducción de la vida útil y la disponibilidad.

La limpieza de las células FNC rail y de la bandeja o el contenedor es necesaria para mantener el aislamiento requerido de las células entre sí, de la tierra o de las piezas conductoras extrañas. Además, se evitan los daños debidos a la corrosión y a las corrientes de fuga.

La limpieza de la batería no solo es necesaria para garantizar una alta disponibilidad, sino que también es una parte esencial de las prescripciones de prevención de accidentes.



Nota

Una limpieza inadecuada puede dañar las baterías.

Evitar los daños en la batería de la siguiente forma:

- No utilizar disolventes ni cepillos metálicos para la limpieza.
- Evitar la penetración de agua de limpieza y partículas de suciedad en las células. Los tapones de ventilación deben estar cerrados.

1. Limpiar las baterías con trapos de algodón limpios y agua sin ningún tipo de detergente añadido.
2. Dejar que las superficies de las baterías se sequen después de limpiarlas.



Nota

Eliminar el líquido que haya entrado en el compartimento de la batería. Eliminar la batería de acuerdo con la Ordenanza de control de residuos y sustancias residuales.

3. Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

Resultado: La batería ya está limpia.

10.1.6. Medición de la resistencia del aislamiento

Objetivo: Se mide la resistencia del aislamiento de la batería.

La resistencia del aislamiento de una batería en un vehículo ferroviario es una medida de su conductividad. Esto se debe a la humedad y la suciedad de la batería entre los terminales de cada célula y el chasis del vehículo. Lo ideal es que aquí no se produzca ninguna conducción eléctrica si la resistencia del aislamiento de la batería es infinitamente grande.

Al poner en marcha una nueva batería, la resistencia del aislamiento debe ser $> 1 \text{ M}\Omega$. Esta disminuye con el tiempo de funcionamiento (debido a los aerosoles de las baterías, la condensación, el polvo) y no debe caer por debajo de los siguientes valores, en función de la tensión nominal de la batería:

| Tensión nominal de la batería | Norma | Resistencia del aislamiento (valor mínimo) |
|---|------------------------|---|
| Menos de 100 V | DIN VDE 0119-206-4 | 10 k Ω |
| Entre 100 V y 120 V | DIN EN IEC 62485-2 | 100 Ω por voltaje nominal |
| Más de 120 V; es decir, a partir de 100 células | DIN EN 62485-3 09/2015 | Número de células x 1,2 V de tensión nominal x 500 ohmios/V |

Si los valores caen por debajo de estos valores mínimos, cualquier diferencial que pueda estar presente puede responder, resultando en un aumento indeseado de la descarga y una pérdida de rendimiento de la batería.



Nota

Para las baterías FNC rail, utilizar un dispositivo de medición del aislamiento con una tensión de prueba de 500 V.

Utilizar un dispositivo de medición adecuado, por ejemplo, el Fluke 1507 (número de material HOPPECKE:

4141201237), con los ajustes 500 V/CC.



ATENCIÓN

Peligro de daños en la red de a bordo del vehículo.

Una tensión de prueba de aislamiento de 500 V puede dañar otros componentes conectados a la batería.

Desconectar todos los polos de la batería de la red de a bordo del vehículo cuando se mida la resistencia del aislamiento.



ADVERTENCIA

Hay peligro de descarga eléctrica cuando se realizan mediciones con un dispositivo de medición de aislamiento.

Existe un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.

Tener en cuenta las precauciones de seguridad descritas en la documentación del dispositivo de medición del aislamiento.

Herramientas necesarias:

- Dispositivo de medición del aislamiento (por ejemplo, Fluke 1507)

1. Comprobar el funcionamiento del dispositivo de medición del aislamiento midiendo cualquier parte metálica de la bandeja de la batería/el contenedor de la batería contra cualquier parte metálica del chasis del vehículo. La resistencia medida debe ser 0 ohmios.
2. Medir la resistencia del aislamiento entre el borne positivo de la batería y una parte metálica del chasis del vehículo (compartimento de la batería o punto central de puesta a tierra).
3. Medir la resistencia del aislamiento entre el terminal negativo de la batería y una parte metálica del chasis del vehículo.
4. Comprobar el funcionamiento del dispositivo de medición del aislamiento midiendo cualquier parte metálica de la bandeja de la batería/el contenedor de la batería contra cualquier parte metálica del chasis del vehículo. La resistencia medida debe ser 0 ohmios.
5. Limpiar la batería si las mediciones caen por debajo del valor mínimo (véase [10.1.5 Limpieza de la batería en la página 61](#)).
6. Medir de nuevo las resistencias del aislamiento según los pasos 2 y 3.



Nota

Si la prueba de aislamiento vuelve a fallar, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

7. Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

Resultado: Ya se ha medido la resistencia del aislamiento de la batería.

10.1.7. Realizar el reacondicionamiento

El reacondicionamiento puede corregir o mitigar la pérdida de capacidad de la batería. Se realiza descargando/cargando la batería varias veces con corriente constante.



PELIGRO

Peligro de explosión por formación de gas muy explosivo

Cuando las células se cargan, el agua se descompone y se forma una mezcla de gas hidrógeno-oxígeno (gas muy explosivo), que explota incluso con un bajo aporte de energía.

Mantener cualquier fuente de ignición lejos de la batería:

- Llamas abiertas o fuego
- Fumar
- Chispas incandescentes
- Chispas que saltan durante el trabajo de amolado
- Chispas eléctricas de interruptores o fusibles
- Superficies calientes con temperaturas superiores a 300 °C
- Descargas electrostáticas

Trabajar con herramientas aisladas de la tensión y que no generen chispas.

Conéctese a tierra cuando trabaje directamente en la batería.

Asegurarse de que el compartimento de baterías esté suficientemente ventilado de acuerdo con la norma DIN EN IEC 62485-2 para que se descargue cualquier mezcla de gases explosivos que pueda producirse.



ADVERTENCIA

Al comprobar el nivel de electrolitos, puede producirse un contacto con el electrolito.

Existe un posible peligro con riesgo medio que puede provocar la muerte o lesiones graves si no se evita.

El electrolito puede causar quemaduras graves en la piel y daños oculares graves.

Utilizar gafas y guantes de protección cuando se trabaje con las baterías (guantes de cinco dedos de látex o PVC).



Nota

- El reacondicionamiento debe realizarse con la batería desmontada; es decir, separada mecánicamente del vehículo.
- Realizar el reacondicionamiento en una zona de trabajo climatizada a 20 °C (±5 °C).



Nota

La carga de reacondicionamiento es una carga de corriente constante, véase [6.6.1 Carga con corriente constante \(I\)](#) en la página 25.

Herramientas necesarias:

- Equipo de carga/descarga adecuado
- Tubos de vidrio de medición
- Multímetro digital
- Tubos de desgasificación
- Llave dinamométrica con tamaños de llave adecuados para tornillos M8/M10
- Termómetro de contacto

Durante el reacondicionamiento, la batería recibe una carga eléctrica de 1,5 C_n, por lo que pueden producirse tensiones relativamente altas en las células (hasta 1,9 V/célula) durante la carga. Por ejemplo, una batería de 80 células puede tener una tensión de carga de 152 V.

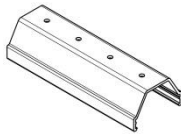
Realizar las siguientes tareas en el orden indicado:

| Tarea | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| Preparar el reacondicionamiento | 10.1.7.1 Preparación en la página 66 |
| Realizar el reacondicionamiento | 10.1.7.2 Aplicación en la página 68 |
| Seguimiento del reacondicionamiento | 10.1.7.3 Seguimiento en la página 71 |

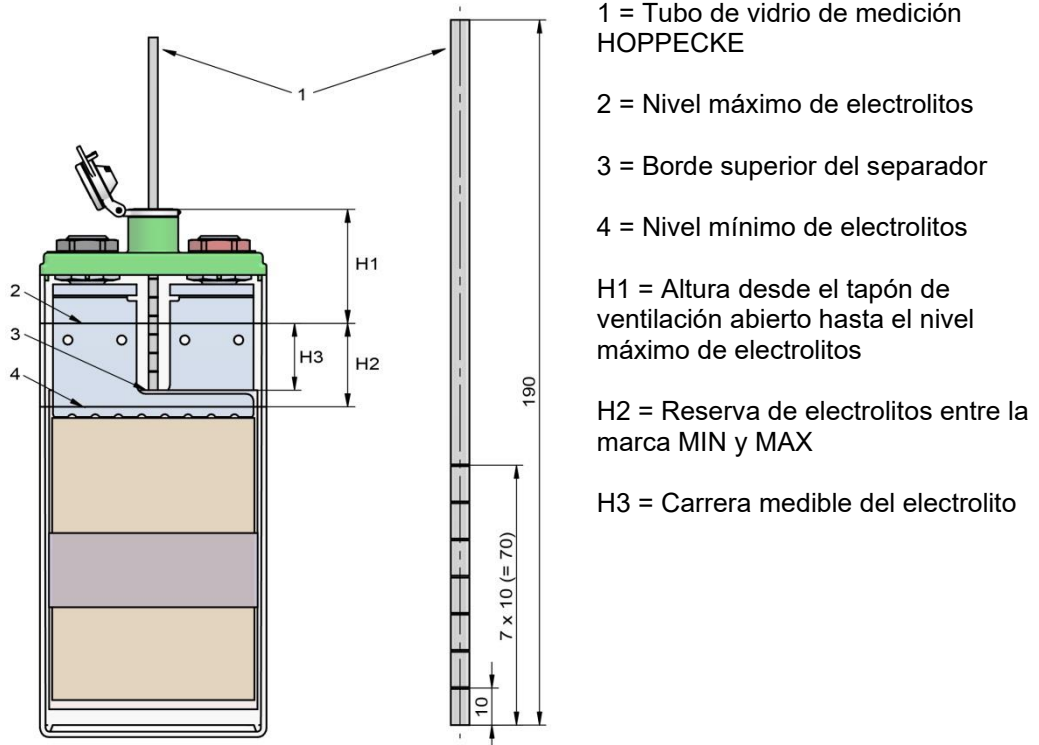
10.1.7.1. Preparación

Objetivo: Las células están preparadas para llevar a cabo el reacondicionamiento.

1. Retirar los tapones de ventilación o los tapones de recarga de agua y su sistema de mangueras de cada célula FNC rail.
2. Limpiar el tapón de ventilación o el sistema de recarga de agua en agua caliente; es decir, colocarlo en agua caliente y dejarlo en remojo durante el periodo de reacondicionamiento. A continuación, aclarar con agua fresca.
3. Retirar las barras aislantes de los conectores.



4. Limpiar las barras aislantes con agua tibia.
5. Medir el nivel de electrolito en cada célula con el tubo de vidrio de medición (número de material HOPPECKE: 4144140010).
 - Mantener libre la abertura superior del tubo de vidrio de medición e introducirlo en la célula hasta el tope.
 - Cerrar la abertura superior del tubo de vidrio de medición con el dedo índice.
 - Retirar el tubo de vidrio de medición de la célula hasta que la escala sea visible.



6. Leer el nivel de electrolito en la célula a partir del electrolito que queda en el tubo de vidrio de medición y dejar que el electrolito del tubo de vidrio de medición vuelva a fluir hacia la célula.



Nota para las células FNC formato 2 y 3:

- Si el nivel de electrolitos de una o más células es superior a 4 anillos (contando de abajo hacia arriba):
 - Poner la batería fuera de servicio
 - Contactar con el servicio técnico de HOPPECKE.
- El nivel de electrolitos debe ser de al menos 1,5 anillos. En caso necesario, llenar la célula hasta este nivel con agua destilada.
 - Continuar con el reacondicionamiento, véase el paso 7
- Si los niveles de electrolitos en las células FNC son superiores a 3,5 pero inferiores a 4 anillos:
 - Continuar con el reacondicionamiento, véase el paso 7
 - Hay que esperar una suciedad excesiva (expulsión del electrolito)
 - Evitar la suciedad cubriendo con un papel muy absorbente.
- Si los niveles de electrolitos de las células FNC seleccionadas son iguales o inferiores a 3,5 anillos:
 - Continuar con el reacondicionamiento, véase el paso 7



Nota para las células FNC formato 4:

- Si el nivel de electrolitos de una o más células es superior a 6 anillos (contando de abajo hacia arriba):
 - Poner la batería fuera de servicio
 - Contactar con el servicio técnico de HOPPECKE
- El nivel de electrolitos debe ser de al menos 2,5 anillos. En caso necesario, llenar la célula hasta este nivel con agua destilada.
 - Continuar con el reacondicionamiento, véase el paso 7
- Si los niveles de electrolitos en las células FNC son superiores a 5,5 pero inferiores a 6 anillos:
 - Continuar con el reacondicionamiento, véase el paso 7
 - Hay que esperar una suciedad excesiva (expulsión del electrolito).
 - Evitar la suciedad cubriendo con un papel muy absorbente.
- Si los niveles de electrolitos de las células FNC seleccionadas son iguales o inferiores a 5,5 anillos:
 - Continuar con el reacondicionamiento, véase el paso 7

7. Medir las tensiones individuales de las células con un multímetro digital y registrar los valores en un informe de mantenimiento.



Nota

Si la tensión de reposo de una célula es < 1,2 V, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

8. Colocar un tubo de desgasificación en cada célula FNC rail (número de material HOPPECKE: 4143180110).

9. Conectar el cargador/descargador a los terminales principales de la batería.



Nota

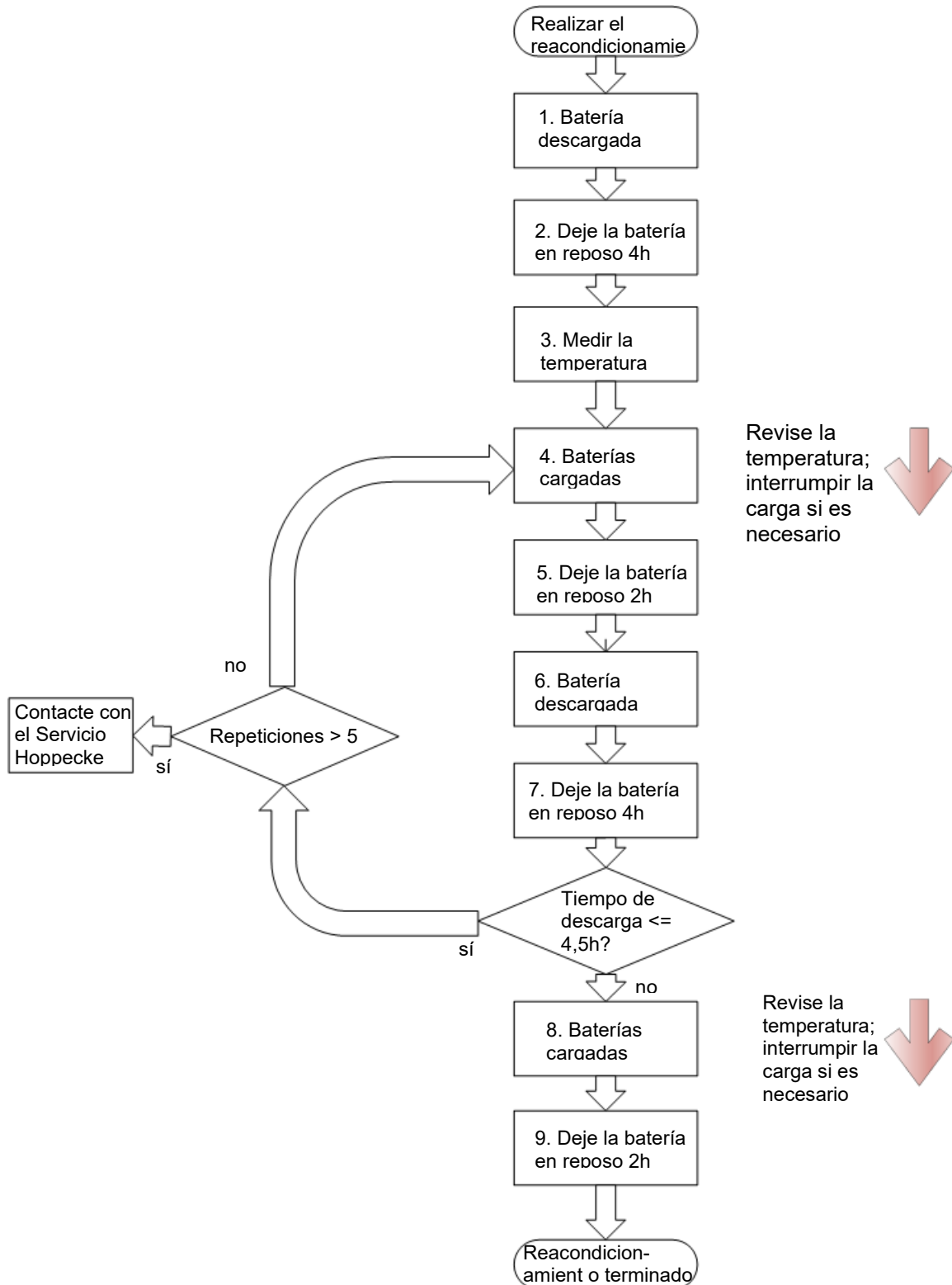
- Par de apriete M8: 20 Nm ± 1 Nm
- Par de apriete M10: 25 Nm ± 1 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas.

Resultado: Las células ya están preparadas para el reacondicionamiento. Continuar con la aplicación.

10.1.7.2. Aplicación

Objetivo: Las células se ponen en estado de reacondicionamiento.

La siguiente gráfica ilustra los pasos necesarios para el reacondicionamiento:



Los pasos individuales se describen detalladamente en las siguientes instrucciones de manejo:

1. Descargar la batería con la corriente nominal I_5 hasta que la tensión de la batería haya bajado a 1,0 V por célula, por ejemplo, 80 V para una batería de 80 células.
2. Dejar la batería sin carga en reposo durante al menos 4 horas, preferiblemente toda la noche.
3. Medir la temperatura de la batería, por ejemplo, con un termómetro de contacto.
La célula que se va a medir debería instalarse en el centro del sistema para detectar el punto más caliente del sistema.
Registrar el valor medido.
4. Cargar la batería con corriente constante I_5 durante 7,5 horas.



Nota

La batería no puede superar una temperatura de 45 °C durante la carga.
Si se alcanza una temperatura de 45 °C, interrumpir la carga.
Observar el tiempo de carga restante.
No continuar la carga hasta que la temperatura de la célula haya descendido a 25 °C.
Completar el tiempo de carga de 7,5 horas después de que la batería se haya enfriado.
Si la batería vuelve a alcanzar una temperatura de 45 °C antes de que se complete el tiempo de carga de 7,5 horas, interrumpir de nuevo la carga, etc.

5. Dejar la batería en reposo durante 2 horas.
6. Descargar la batería con la corriente nominal I_5 hasta que la tensión de la batería haya bajado a 1,0 V por célula y medir el tiempo. Esta es la prueba de capacidad.



Nota

Si la batería necesita 5 horas para bajar a la tensión de 1,0 V por célula FNC rail, tiene una capacidad del 100 %. Se aplica:

- 5 horas -> 100 %
- 4,5 horas -> 90 %
- 4 horas -> 80 %
- 3,5 horas -> 70 %

...

7. Dejar la batería en reposo durante al menos 4 horas, preferiblemente toda la noche.
Si el tiempo de descarga es $\leq 4,5$ horas, repetir el procedimiento desde el punto 4.



Nota

Si el tiempo de descarga sigue siendo $\leq 4,5$ horas después de 5 repeticiones, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

8. Cargar la batería con corriente constante I_5 durante 7,5 horas.



Nota

La batería no puede superar una temperatura de 45 °C durante la carga.

Si se alcanza una temperatura de 45 °C, interrumpir la carga.

Observar el tiempo de carga restante.

No continuar la carga hasta que la temperatura de la célula haya descendido a 25 °C.

Completar el tiempo de carga de 7,5 horas después de que la batería se haya enfriado.

Si la batería vuelve a alcanzar una temperatura de 45 °C antes de que se complete el tiempo de carga de 7,5 horas, interrumpir de nuevo la carga, etc.

9. Dejar la batería en reposo durante 2 horas.

Resultado: Las células ya están reacondicionadas. Continuar con el seguimiento.

10.1.7.3. Seguimiento

Objetivo: Después del reacondicionamiento, las células se preparan para volver a funcionar.

1. Desconectar el cargador/descargador de la batería.
2. Retirar el tubo de desgasificación.
3. Comprobar el nivel de electrolitos en cada célula y llenar manualmente el nivel de electrolitos hasta el máximo nivel con agua destilada, véase [10.1.4.1 Recarga manual de agua destilada en la página 59](#).
4. Eliminar a fondo cualquier suciedad de la batería con un paño limpio y húmedo.
5. Medir y registrar las tensiones individuales de las células con un multímetro digital.



Nota

Si las tensiones individuales de las células se desvían más de ± 50 mV de la media de todas las tensiones de las células, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

6. Volver a colocar las barras aislantes en los conectores de la célula.
7. Volver a colocar los tapones de ventilación o los tapones de recarga de agua en cada célula FNC rail.
8. Si está presente, restablecer el sistema de mangueras del sistema de recarga de agua.
9. Medir la resistencia de aislamiento de la batería, véase [10.1.6 Medición de la resistencia del aislamiento en la página 62](#).
10. Introducir las tareas en un informe de mantenimiento, véase [14.3 Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE en la página 102](#).

Resultado: Las células ya están listas para funcionar de nuevo y pueden montarse en el vehículo.

10.2. Mantenimiento correctivo



Nota

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12.](#)

10.2.1. Sustitución de las células FNC rail



PELIGRO

Al acceder al sistema de baterías, puede producirse un contacto con bordes afilados y/o componentes con tensión debido a su diseño.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Tener mucho cuidado al realizar cualquier trabajo en las baterías.
- Usar equipos de protección personal, véase [2.2 Equipo de protección personal en la página 17.](#)



PELIGRO

Las conexiones sueltas en los tornillos de los polos pueden calentarse mucho y provocar una ignición o una explosión.

Utilice cada arandela elástica una sola vez.

- En primer lugar, apretar los tornillos de los polos únicamente a mano.
- Volver a alinear las baterías y los conectores si es necesario.
- A continuación, apretar los tornillos de los polos con el par de apriete definido.



Nota

- Desconectar todos los consumidores y cargadores del sistema de baterías antes de iniciar los trabajos de mantenimiento
- Una batería siempre tiene una tensión en los bornes.
- No conectar a tierra ni cortocircuitar una batería.
- Las baterías/bandejas son muy pesadas. Transportar las bandejas de las baterías con un número suficiente de personas o utilizar equipos de elevación y medios de transporte adecuados.

En caso de que las células FNC rail estén defectuosas, puede sustituir como máximo el 10 % del número total de células de todo el sistema de baterías por células nuevas y no utilizadas del mismo tipo. Si hay más células defectuosas, se deben sustituir todas las células.



Nota

La mezcla de células de diferentes baterías usadas en una sola batería completa no está permitida.

Las células de sustitución deben ser células en estado de carga. Debe respetarse el código de cobertura de las células:

- Si las células se han fabricado en los últimos 3 meses, no se requiere ninguna carga de puesta en marcha. Sustituir las células que deben ser reemplazadas según lo descrito en [10.2.1.2 Sustitución de una o varias células FNC rail en la página 75](#).
- Si se utilizan células almacenadas con más de 3 meses de antigüedad, se debe realizar primero una carga de puesta en marcha para estas células, véase [10.2.1.1 Preparación de la/s célula/s FNC rail en la página 74](#).

La fecha de fabricación de las células de carril FNC puede especificarse de 2 maneras diferentes:

- Fecha de producción hasta CW 15/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos proporcionan información sobre la semana de producción y el año de producción.

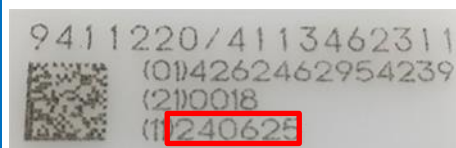
Ejemplo: xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

- Fecha de producción a partir de la semana 16/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 6 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los 6 dígitos proporcionan información sobre el día, mes y año de producción, véase el siguiente diagrama:



Ejemplo:

240625 => año de producción 24; mes de producción 06, día de producción 25

10.2.1.1. Preparación de la/s célula/s FNC rail

Objetivo: Las nuevas células de sustitución están preparadas para su uso en el vehículo.

Herramientas necesarias:

- Equipo de carga/descarga adecuado
- Tubos de vidrio de medición
- Multímetro digital
- Tubos de desgasificación
- Llave dinamométrica con tamaños de llave adecuados para tornillos M8/M10
- Termómetro de contacto

1. Medir las tensiones individuales de las células de sustitución con un multímetro digital y registrar los valores en un protocolo de inspección.



Nota

Si la tensión de reposo de una célula es $< 1,2 \text{ V}$, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

2. Conectar las células de sustitución en serie con cables de conexión o conectores de células adecuados.



Nota

Utilizar un cable adecuado para conectar las células:

- Terminal de cable M8 o M10
- M8: Par de apriete de 20 Nm/M10: Par de apriete de 25 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas.

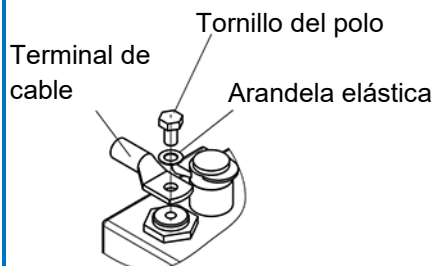
3. Colocar un tubo de desgasificación en cada célula de sustitución (número de material HOPPECKE: 4143180110).
4. Conectar las células de sustitución conectadas en serie a un cargador/descargador adecuado.



Nota

Utilizar un cable adecuado para conectar el cargador/descargador:

- Terminal de cable M8 o M10
- M8: Par de apriete de 20 Nm/M10: Par de apriete de 25 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas



5. Descargar las células de sustitución con el descargador con la corriente nominal I_5 hasta que la tensión haya bajado a 1,0 V por célula.
6. Dejar las células de sustitución sin carga en reposo durante 4 horas.
7. Medir la temperatura de al menos una de las células de sustitución.
8. Cargar las células de sustitución con corriente constante I_5 durante 7,5 horas.



Nota

La batería no puede superar una temperatura de 45 °C durante la carga.

Si se alcanza una temperatura de 45 °C, interrumpir la carga.

Observar el tiempo de carga restante.

No continuar la carga hasta que la temperatura de la célula haya descendido a 25 °C.

Completar el tiempo de carga de 7,5 horas después de que la batería se haya enfriado.

Si la batería vuelve a alcanzar una temperatura de 45 °C antes de que se complete el tiempo de carga de 7,5 horas, interrumpir de nuevo la carga, etc.

9. Dejar las células de sustitución en reposo durante al menos 4 horas, preferiblemente toda la noche.
10. Desconectar el cargador/descargador de las células de sustitución.
11. Retirar el tubo de desgasificación.
12. Llenar manualmente el agua destilada de las células de sustitución hasta el nivel máximo, véase [10.1.4.1 Recarga manual de agua destilada en la página 59](#).
13. Volver a colocar el tapón de ventilación o el tapón de recarga de agua.
14. Eliminar a fondo cualquier suciedad de la batería con un paño limpio y húmedo.
15. Medir las tensiones individuales de las células con un multímetro digital y registrar los valores en un protocolo de inspección.

Resultado: Las células de sustitución ya están preparadas para su uso en el vehículo.

10.2.1.2. Sustitución de una o varias células FNC rail

Objetivo: Las células defectuosas se cambian por células de sustitución nuevas.

Herramientas necesarias:

- Multímetro digital
- Elevador de células
- Llave dinamométrica con tamaños de llave adecuados para tornillos M8/M10

1. Desconecte los cargadores y las cargas del sistema de baterías.
2. Abra el contenedor de la batería, si existe.
3. Retire los perfiles aislantes.

4. Si se dispone, retirar la tubería del sistema de rellenado de agua.
5. Retirar el conector de la célula. (tornillos M8 o M10)

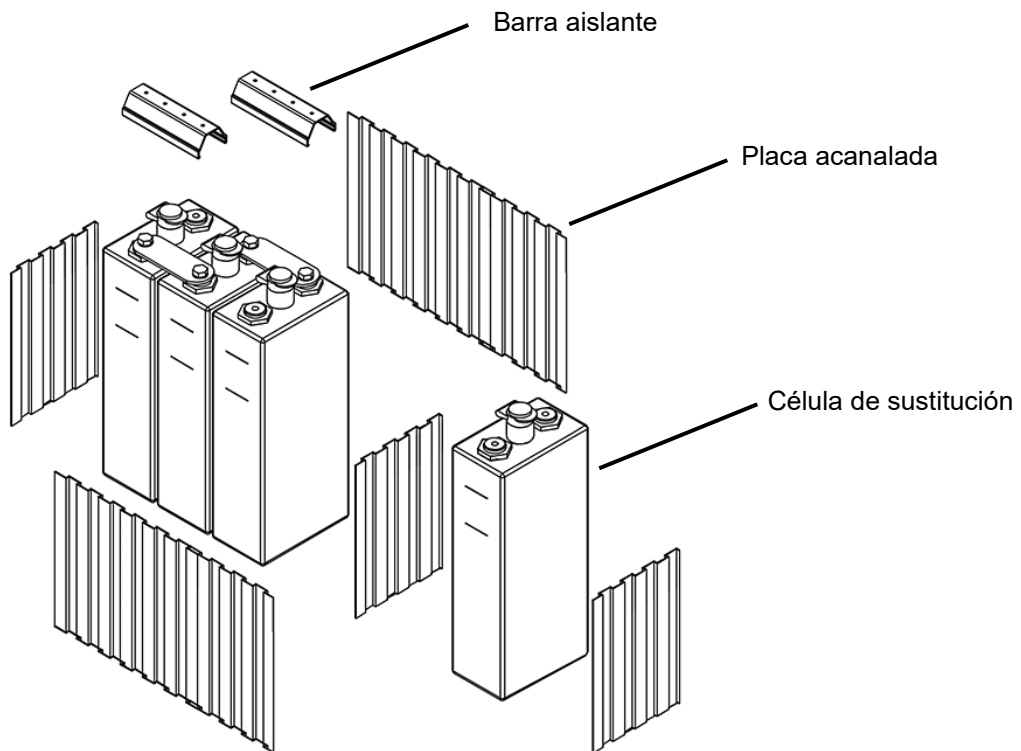


Nota

Para levantar la célula, utilizar el elevador de células de Hoppecke. (M8: número de material HOPPECKE: 4141900002/M10: número de material HOPPECKE: 4141900003).

6. Retirar la célula del contenedor/bandeja.
7. Retire el tapón de ventilación o el tapón de rellenado de agua de la célula que se va a sustituir y móntelo en la célula de repuesto.

8. Instalar la célula de sustitución en el contenedor/la bandeja.



Nota

Si las células de sustitución tienen más de 3 meses, realizar una preparación previa según [10.2.1.1 Preparación de la/s célula/s FNC rail en la página 74](#).

La fecha de fabricación de las células de carril FNC puede especificarse de 2 maneras diferentes:

- Fecha de producción hasta CW 15/2024



Nota

La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 9 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los últimos cuatro dígitos proporcionan información sobre la semana de producción y el año de producción.

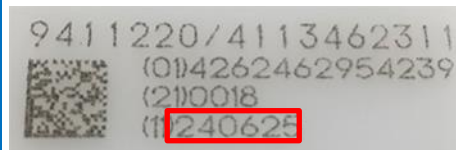
Ejemplo: xxxxx2619 => semana de producción 26; año de producción 2019

- Fecha de producción a partir de la semana 16/2024



Nota

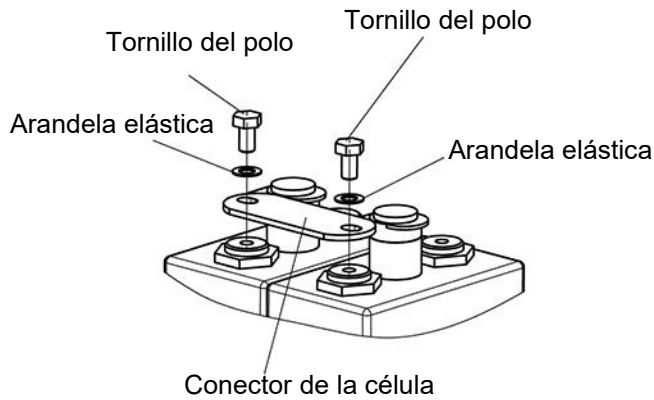
La fecha de producción de las células de carril FNC está estampada en la parte superior de cada célula. Cada célula tiene un código de célula de 6 dígitos en la parte superior de la tapa de la célula. Los 6 dígitos proporcionan información sobre el día, mes y año de producción, véase el siguiente diagrama:



Ejemplo:

240625 => año de producción 24; mes de producción 06, día de producción 25

9. Instalar los conectores de las células.



Nota

- Par de apriete M8: 20 Nm \pm 1 Nm
- Par de apriete M10: 25 Nm \pm 1 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas.

10. Colocar las barras aislantes.

11. Volver a colocar el tapón de ventilación o el tapón de recarga de agua e instalar el sistema de mangueras.

12. Comprobar la tensión total de la batería.



Nota

Si la tensión total es inferior al número de células x 1,2 V, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

13. Documentar la sustitución y el número de células.

Resultado: Las células defectuosas ya se han sustituido por células de sustitución nuevas.

10.2.2. Sustitución del sensor de temperatura

Objetivo: Un sensor de temperatura defectuoso se sustituye por un sensor de temperatura nuevo.



PELIGRO

Al acceder al sistema de baterías, puede producirse un contacto con bordes afilados y/o componentes con tensión debido a su diseño.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Tener mucho cuidado al realizar cualquier trabajo en las baterías.
- Usar equipos de protección personal, véase [2.2 Equipo de protección personal en la página 17](#).



Requisito

- Desconectar todos los consumidores y cargadores del sistema de baterías antes de iniciar los trabajos de mantenimiento.
- Una batería siempre tiene una tensión en los bornes.
- No conectar a tierra ni cortocircuitar una batería.
- Las baterías/bandejas son muy pesadas. Transportar las bandejas de las baterías con un número suficiente de personas o utilizar equipos de elevación y medios de transporte adecuados.

Herramientas necesarias:

- Llave dinamométrica con tamaños de llave adecuados para tornillos M4 y M8/M10

1. Desconectar la conexión de enchufe del sensor de temperatura.
2. Si está presente, retirar la manguera de recarga de agua por encima del conector de la célula afectada.
3. Retirar la barra aislante que se encuentra sobre el conector de la célula afectada.
4. Desmontar el conector de la célula.
5. Desmontar el sensor de temperatura del conector de la célula aflojando los tornillos M4.
6. Montar el nuevo sensor de temperatura en el conector de la célula (par de apriete: 2 Nm).
7. Montar el conector de la célula.



Nota

- Par de apriete M8: 20 Nm \pm 1 Nm
- Par de apriete M10: 25 Nm \pm 1 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas.

8. Montar la barra aislante.

9. Si está presente, instalar la manguera de recarga de agua.

10. Conectar la conexión de enchufe del sensor de temperatura.

11. Comprobar la tensión de carga, véase [10.1.3 Medición de la tensión de carga en la página 56](#).

Resultado: Ya se ha sustituido el sensor de temperatura defectuoso por uno nuevo.

10.2.3. Sustitución del conector de la célula

Objetivo: Un conector de la célula defectuoso se sustituye por un conector de la célula nuevo.



PELIGRO

Al acceder al sistema de baterías, puede producirse un contacto con bordes afilados y/o componentes con tensión debido a su diseño.

Existe un peligro inminente con alto riesgo que provocará la muerte o lesiones graves si no se evita.

Medidas para evitar el peligro:

- Tener mucho cuidado al realizar cualquier trabajo en las baterías.
- Usar equipos de protección personal, véase [2.2 Equipo de protección personal en la página 17](#).



PELIGRO

Las conexiones sueltas en los tornillos de los polos pueden calentarse mucho y provocar una ignición o una explosión.

Utilice cada arandela elástica una sola vez.

- En primer lugar, apretar los tornillos de los polos únicamente a mano.
- Volver a alinear las baterías y los conectores si es necesario.
- A continuación, apretar los tornillos de los polos con el par de apriete definido.



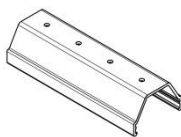
Requisito

- Desconectar todos los consumidores y cargadores del sistema de baterías antes de iniciar los trabajos de mantenimiento.
- Una batería siempre tiene una tensión en los bornes.
- No conectar a tierra ni cortocircuitar una batería.
- Las baterías/bandejas son muy pesadas. Transportar las bandejas de las baterías con un número suficiente de personas o utilizar equipos de elevación y medios de transporte adecuados.

Herramientas necesarias:

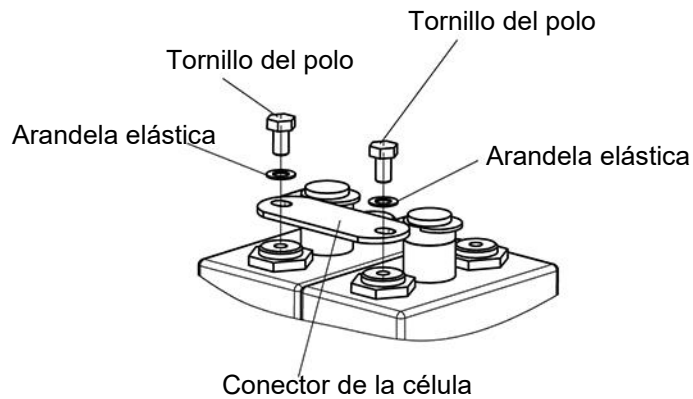
- Llave dinamométrica con tamaños de llave adecuados para tornillos M8/M10

1. Si está presente, retirar la manguera de recarga de agua por encima del conector de la célula afectada.
2. Retirar la barra aislante del conector de la célula afectada.



3. Retirar los tornillos de los polos.
4. Retirar el conector de la célula defectuoso.

5. Instalar el conector de la célula nuevo.



Nota

- Par de apriete M8: 20 Nm \pm 1 Nm
- Par de apriete M10: 25 Nm \pm 1 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas.

6. Montar la barra aislante.

7. Si está presente, montar la manguera de recarga de agua.

Resultado: El conector de la célula defectuoso ya se ha sustituido por un conector de la célula nuevo.

11. Fuentes de error



Nota

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12.](#)

11.1. Capacidad demasiado baja

Si la capacidad de la batería es demasiado baja, proceder de la siguiente manera:

| Posible causa | Solución |
|--|--|
| Proceso de carga demasiado corto | Comprobar el cargador en el tren, realizar el reacondicionamiento |
| Diferente nivel de electrolitos | Corregir el nivel de electrolitos |
| Polos aflojados u oxidados | Comprobar todas las conexiones, sustituir los conectores si es necesario (las arandelas elásticas deben sustituirse) |
| Ciclización excesiva | Realizar el reacondicionamiento |
| El sensor de temperatura está defectuoso, por lo que los parámetros de carga son incorrectos | Comprobar el sensor de temperatura si está presente, véase 11.5 Mal funcionamiento del sensor de temperatura en la página 87 |

11.2. Resistencia del aislamiento demasiado baja

Al poner en marcha una nueva batería, la resistencia del aislamiento debe ser $> 1 \text{ M}\Omega$. Esta disminuye con el tiempo de funcionamiento (debido a los aerosoles de las baterías, la condensación, el polvo) y no debe caer por debajo de los siguientes valores, en función de la tensión nominal de la batería:

| Tensión nominal de la batería | Norma | Resistencia del aislamiento (valor mínimo) |
|---|------------------------|--|
| Menos de 100 V | DIN VDE 0119-206-4 | 10 k Ω |
| Entre 100 V y 120 V | DIN EN IEC 62485-2 | 100 Ω por voltaje nominal |
| Más de 120 V; es decir, a partir de 100 células | DIN EN 62485-3 09/2015 | Número de células x 1,2V de tensión nominal x 500 ohmios/V |

Si los valores caen por debajo de estos valores mínimos, cualquier diferencial del vehículo que pueda estar presente puede responder, resultando en un aumento indeseado de la descarga y una pérdida de rendimiento de la batería.

Si la resistencia del aislamiento es demasiado baja, las corrientes de fuga pueden reducir la capacidad disponible. Esto también puede dar lugar a diferentes tensiones entre las células. La limpieza periódica evita estas corrientes de fuga.

| Posible causa | Solución |
|--------------------------------------|---|
| Suciedad | Limpiar |
| Células con fugas | Solucionar la causa de la fuga, sustituir la célula si es necesario |
| Sistema de recarga de agua con fugas | Solucionar la causa de la fuga, sustituir el tapón de recarga de agua/las mangueras si es necesario |

11.3. No hay tensión en la batería

Si no puede medir la tensión en la batería, proceder de la siguiente manera:

| Posible causa | Solución |
|---|--|
| El conector de la batería no está enchufado | Enchufar el conector de la batería |
| Conector de la batería defectuoso | Sustituir el conector de la batería |
| Rotura de cable | Sustituir el cable |
| Conector de la célula defectuoso | Sustituir el conector de la célula (las arandelas elásticas deben sustituirse) |

11.4. Mal funcionamiento del sistema de recarga de agua

- si está disponible -

Si se producen fallos al rellenar el agua, proceder de la siguiente manera:

| Efecto | Causa | Solución |
|---|---|---|
| Las células individuales no se rellenan | Suciedad en el tapón de recarga de agua | Limpiar el tapón de recarga de agua con agua caliente o sustituirlo si es necesario. A continuación, comprobar manualmente todas las células y añadir manualmente agua destilada para garantizar un nivel uniforme en todas las células. Volver a utilizar el sistema de recarga de agua en el siguiente intervalo de mantenimiento para rellenar. |
| Fugas de agua durante el rellenado | Manguera de conexión, el tapón de recarga de agua está defectuoso | Comprobar la conexión y sustituir el tapón de recarga de agua y/o la manguera si es necesario |
| | Las juntas tóricas están dañadas o desplazadas | Sustituir las juntas tóricas |
| Las células se llenan sobre el nivel máximo | Funcionamiento incorrecto durante el intervalo de mantenimiento Nota: Realizar el proceso de recarga de agua solo una vez por intervalo de mantenimiento. Se sobrellenan las células si se inicia el proceso a menudo de forma sucesiva (comparable al posible sobrellenado del depósito de un coche) | - |
| | Manguera doblada | Solucionar la causa, sustituir la manguera si es necesario |
| | El tubo de retorno del carro de recarga de agua no está conectado al sistema de baterías | Conectar correctamente el carro de recarga de agua. |
| | La/s célula/s tiene/n fugas | Solucionar la causa, sustituir la/s célula/s si es necesario |
| | Las juntas tóricas están dañadas o desplazadas | Sustituir las juntas tóricas |



Nota

Si las células se llenan por encima del nivel máximo, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.

11.5. Mal funcionamiento del sensor de temperatura

Si el sensor de temperatura no proporciona valores de temperatura plausibles, la batería puede estar poco cargada o sobrecargada. Para ello, comparar las tensiones de carga medidas y los valores de temperatura medidos, véase [6.7 Compensación de temperatura en la página 28](#).

Un defecto del sensor de temperatura puede detectarse mediante una medición de la resistencia con medición simultánea de la temperatura utilizando la hoja de datos del sensor de temperatura (por ejemplo, Ntc 10 k => 10 kΩ @ 20 °C).

Proceder de la siguiente manera:

| Posible causa | Solución |
|----------------------------------|--|
| Sensor de temperatura defectuoso | Sustituir el sensor de temperatura, véase 10.2.2 Sustitución del sensor de temperatura en la página 80 |
| Enchufe defectuoso | Sustituir el enchufe |
| Enchufe no conectado | Insertar enchufe |
| Rotura de cable | Sustituir el cable |

12. Desmontaje/montaje de las células FNC rail y los accesorios

12.1. Desmontaje de las células FNC rail y los accesorios



PELIGRO

Dependiendo de las condiciones de instalación, puede producirse la muerte o lesiones graves al acceder al sistema de baterías causadas por los vehículos o partes de los mismos o por el sistema de baterías.

Lleve a cabo las medidas de seguridad prescritas que se aplican a los trabajos de montaje necesarios en los vehículos, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12](#).



PELIGRO

- Una batería siempre tiene una tensión en los polos.
- Las bandejas/contenedores de las baterías son muy pesadas.
- No conectar a tierra ni cortocircuitar una batería. Transportar las bandejas/contenedores de las baterías con un número suficiente de personas o utilizar equipos de elevación y dispositivos de transporte adecuados.



PELIGRO

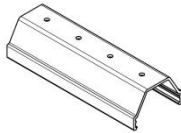
Utilice únicamente herramientas totalmente aisladas cuando trabaje con baterías.



Nota

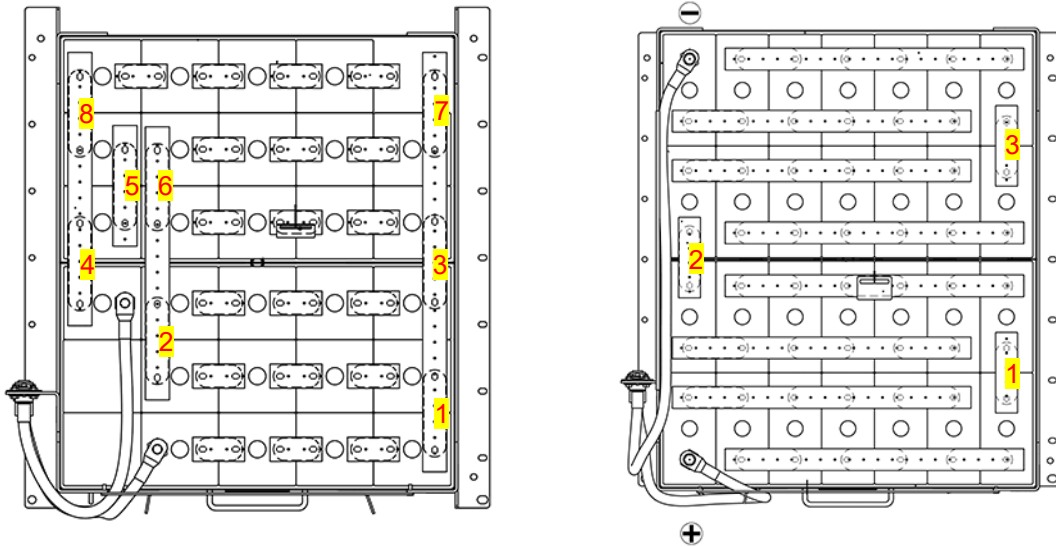
- Para el trabajo, el sistema de baterías debe ser accesible y retirarse del vehículo. Dependiendo de la situación de montaje (contenedor en el techo, contenedor bajo el suelo, instalación en el lado del tren), la desinstalación debe llevarse a cabo de forma específica.
- El desmontaje del sistema de baterías del tren debe realizarlo el fabricante/operador del tren.
- Tras el desmontaje, el sistema de baterías debe llevarse a un taller de baterías para que realicen los trabajos.

1. Desconecte todos los consumidores del sistema de baterías.
2. Desconecte el interruptor principal de la batería
3. Desconecte la conexión eléctrica de la batería de las partes circundantes del sistema de baterías (partes eléctricas en la caja electrónica o similar) y del vehículo en todos los polos. Esto debe realizarse en función de la situación de montaje.
4. Desconecte la conexión mecánica entre el sistema de baterías y el vehículo y retire el sistema de baterías. Utilice un dispositivo de elevación adecuado (carretilla elevadora, equipo de elevación) para levantar la batería.
5. Coloque la batería en una superficie segura en un taller de baterías.
6. Desmonte el sistema de recarga de agua (tapones y mangueras) si la batería está equipada con él y límpielo con agua tibia sin añadir detergentes.
7. Desmonte las barras aislantes.



8. Afloje los tornillos de los postes principales y coloque los cables a un lado.

9. En primer lugar, retire los conectores entre las filas de células en el orden que se muestra en las siguientes ilustraciones de ejemplo.



Nota

La ilustración anterior es un ejemplo. Cuando se trabaje en la batería, deben utilizarse los planos específicos del proyecto.

10. A continuación, retire los conectores entre las células de las filas.



Nota

Observe la siguiente secuencia al retirar los conectores:

- Afloje los tornillos de los polos de la célula, pero deje las últimas vueltas dentro. No retire los tornillos de los polos en este primer paso.
- Desenrosque los tornillos de los polos manualmente las últimas vueltas y colóquelos a un lado para volver a utilizarlos.
- Levante los conectores manualmente y colóquelos a un lado para volver a utilizarlos.



PELIGRO

- Una batería siempre tiene una tensión en los polos.
- Las bandejas/contenedores de las baterías son muy pesadas.
- No conectar a tierra ni cortocircuitar una batería. Transportar las bandejas/contenedores de las baterías con un número suficiente de personas o utilizar equipos de elevación y dispositivos de transporte adecuados.

11. Saque las células una a una.



Nota

Para levantar la célula, utilizar el elevador de células de Hoppecke. (M8: número de material HOPPECKE: 4141900002/M10: número de material HOPPECKE: 4141900003).

12. Levante el material separador (placas acanaladas), si lo hay, y límpielo con agua tibia sin añadir ningún detergente.

13. Prepare la bandeja o el contenedor para su reutilización limpiándolos en una zona de lavado adecuada como se indica a continuación:

Con baja contaminación por electrolitos:

- Proteja los componentes eléctricos adicionales del líquido con una bolsa de plástico.
- Limpie la bandeja bajo agua corriente.
- Limpie la suciedad con un paño limpio y húmedo sin añadir ningún detergente.
- Seque la bandeja con aire comprimido.

En caso de fuerte contaminación por electrolitos:

- Proteja los componentes eléctricos adicionales del líquido con una bolsa de plástico.
- Limpie la bandeja con ácido cítrico diluido (5 %).
- Limpie la bandeja bajo agua corriente.
- Limpie la suciedad con un paño limpio y húmedo sin añadir ningún detergente.
- Seque la bandeja con aire comprimido.

12.2. Montaje de las nuevas células FNC rail y los accesorios



PELIGRO

Dependiendo de las condiciones de instalación, puede producirse la muerte o lesiones graves al acceder al sistema de baterías causadas por los vehículos o partes de los mismos o por el sistema de baterías.

Lleve a cabo las medidas de seguridad prescritas que se aplican a los trabajos de montaje necesarios en los vehículos, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12](#).



PELIGRO

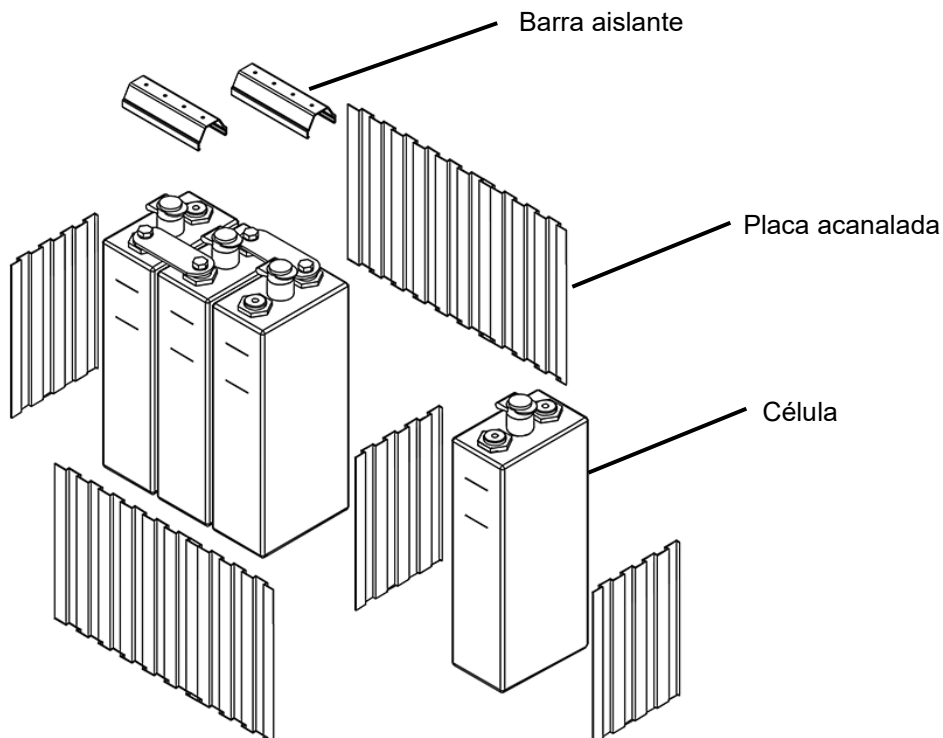
- Una batería siempre tiene una tensión en los polos.
- Las bandejas/contenedores de las baterías son muy pesadas.
- No conectar a tierra ni cortocircuitar una batería. Transportar las bandejas/contenedores de las baterías con un número suficiente de personas o utilizar equipos de elevación y dispositivos de transporte adecuados.



Nota

Las células se entregan selladas con tapones amarillos de transporte. Deje los tapones amarillos de transporte en las células durante el proceso de instalación hasta que se instalen los tapones de ventilación o los tapones de recarga de agua.

1. Instale las nuevas células de acuerdo con el dibujo técnico. Utilice las placas acanaladas, si las hay, para separar las células entre sí y de la bandeja, véase la siguiente ilustración. La información sobre el grosor de las placas acanaladas se encuentra en los dibujos y las listas de piezas.





Nota

La ilustración anterior muestra un ejemplo de instalación con placas acanaladas.



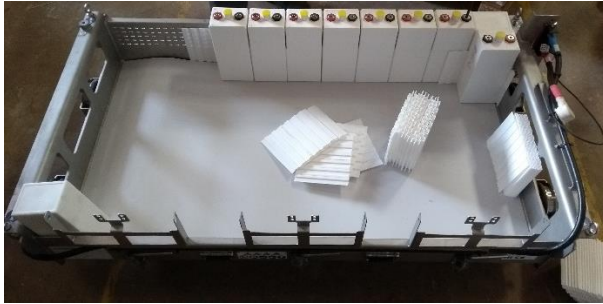
Nota

Para levantar la célula, utilizar el elevador de células de Hoppecke. (M8: número de material HOPPECKE: 4141900002/M10: número de material HOPPECKE: 4141900003).

**Nota**

Para conseguir un montaje "Press fit" de las células en la bandeja, mantenga el orden de instalación descrito en las siguientes fotos (ejemplo de un proyecto):

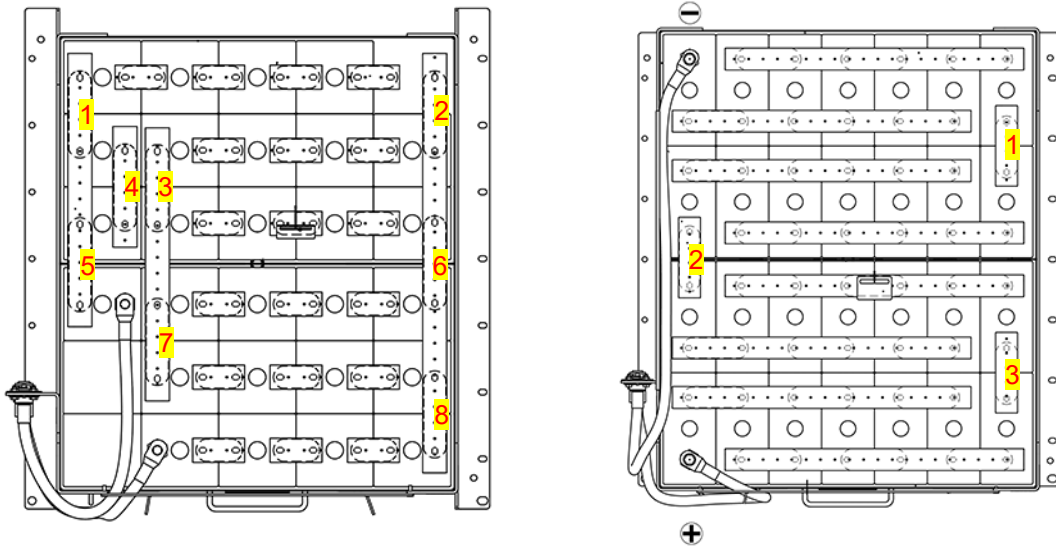
Empiece por el polo positivo principal y alinee las células en la pared exterior de la bandeja según el dibujo técnico. En el caso de las bandejas de baterías de una fila, las células del medio también deben instalarse en la última posición.



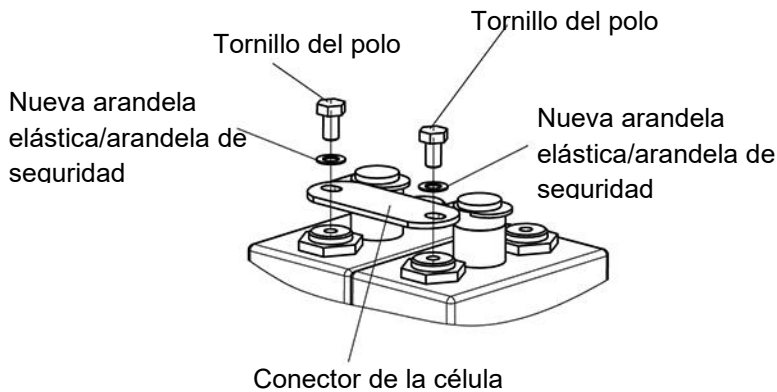
Continúe con la siguiente fila hacia el centro de la bandeja y así sucesivamente hasta colocar todas las células:



2. Monte los conectores de las células de acuerdo con el dibujo técnico. Utilice nuevas arandelas elásticas. Primero monte los conectores en las filas de células, luego monte los conectores entre las filas de células en orden inverso para la desinstalación, véanse las siguientes ilustraciones de ejemplo:

**Nota**

La ilustración anterior es un ejemplo. Cuando se trabaje en la batería, deben utilizarse los planos específicos del proyecto.

**Nota**

Al volver a montar los conectores de la célula, observe la siguiente secuencia:

- Coloque el conector de la célula en la posición deseada.
- Atornille los tornillos de los polos las primeras vueltas manualmente en ambos lados del conector de la célula.
- Vuelva a alinear las células.
- Apriete los tornillos de los polos con una llave dinamométrica.

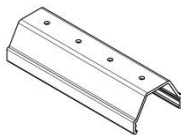
**PELIGRO**

- Una batería siempre tiene una tensión en los polos.
- Instale siempre los conectores con mucho cuidado para que no provoquen un cortocircuito en la célula o en las células adyacentes.
- Al fijar el primer tornillo de un conector, sujete siempre el conector en la dirección prevista. Así se evitan los cortocircuitos debidos a la torsión del conector.

**Nota**

- Par de apriete M8: 20 Nm \pm 1 Nm
- Par de apriete M10: 25 Nm \pm 1 Nm
- Utilizar arandelas elásticas nuevas

3. Vuelva a instalar las barras aislantes.



4. Si está presente, seque el sistema de recarga de agua (tapones y mangueras) con aire comprimido.
5. Monte el sistema de recarga de agua, si está presente (tapones y mangueras), o los tapones de ventilación según el dibujo técnico.
6. Vuelva a conectar los cables principales volviendo a colocar los tornillos de los polos principales

7. Compruebe el funcionamiento de la batería según las instrucciones de comprobación que figuran en el documento separado: PVE 10-20-General-00_Battery_Tray_rev<version-number>.pdf
8. Vuelva a instalar la batería en el vehículo y restablezca la conexión mecánica. Utilice un dispositivo de elevación adecuado (carretilla elevadora, polipasto) para levantar la batería.
9. Vuelva a conectar la conexión eléctrica de la batería a las partes circundantes del sistema de la batería (partes eléctricas en la caja electrónica o similar) y al vehículo en todos los terminales. Esto debe hacerse en función de la situación específica de la instalación.

**Nota**

La reinstalación del sistema de baterías en el tren debe ser realizada por el fabricante/operador del tren.

10. Conecte el interruptor principal de la batería.
11. Conecta las cargas al sistema de baterías.

13. Eliminación

**Nota**

Respete las instrucciones de seguridad, véase [2 Instrucciones de seguridad en la página 12](#).

**Nota**

Las baterías usadas con esta marca son recursos económicos reciclables y deben introducirse en el proceso de reciclaje.

Utilizar el sistema de reciclaje de HOPPECKE. Las baterías usadas se recogen y reciclan.

Póngase en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE para obtener más información.

**Nota**

Eliminar las baterías de níquel-cadmio que no se reciclen como residuos peligrosos de acuerdo con todas las normativas.



Debido al contenido de cadmio y potasa, las células FNC rail no pueden desecharse bajo ninguna circunstancia con los residuos domésticos ni depositarse en un vertedero al final de su vida útil.



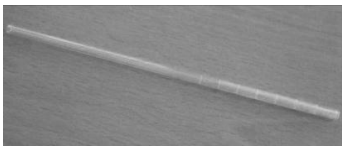

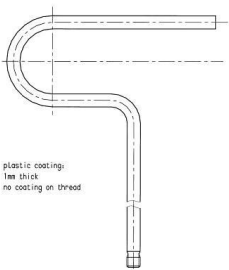

Deben respetarse las regulaciones y normas nacionales específicas sobre la eliminación.

14. Anexo

14.1. Herramienta adicional

A continuación, se enumeran las herramientas adicionales para el mantenimiento y el servicio técnico:

| Herramienta | Descripción |
|---|--|
|  | Medidor de tensión/multímetro (La imagen muestra un ejemplo) |
|  | Pinza de medición de corriente DC (La imagen muestra un ejemplo) |
|  | Termómetro de contacto (La imagen muestra un ejemplo) |
|  | Dispositivo de medición del aislamiento: Fluke 1507 número de material HOPPECKE: 4141201237 |
|  | Cargador/descargador (La imagen muestra un ejemplo) |

| | | |
|--|---|---|
|  |  | <p>Carro de recarga de agua para sistemas centrales de recarga de agua a baja presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • número de material HOPPECKE: 4147000517 230 V • número de material HOPPECKE: 4147000559 115 V |
| | | <p>Carro de recarga de agua para células individuales para los formatos 1-5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • número de material HOPPECKE: 4147000555 230 V • número de material HOPPECKE: 4147000556 115 V |
| | | <p>Carro de recarga de agua para células especiales con pistola ajustable</p> <ul style="list-style-type: none"> • número de material HOPPECKE: 4147000558 115V • número de material HOPPECKE: 4147000557 230V |
|  | <p>Tubos de vidrio de medición número de material HOPPECKE: 4144140010</p> | |
|  | <p>Tubos de desgasificación número de material HOPPECKE: 4143180110</p> | |
|  <p>plastic coating: 1mm thick no coating on thread</p> | <p>Elevador de células Formato 3, 4, 5 M10: número de material HOPPECKE: 4141900003</p> <p>Formato 1, 2 M8: número de material HOPPECKE: 4141900002</p> | |
|  | <p>Llave dinamoétrica totalmente aislada número de material HOPPECKE: 4142500121</p> | |

14.2. Protocolo para la puesta en marcha de las baterías FNC rail de HOPPECKE

Vehículo: _____ Fecha: _____

N.º de batería: _____

Tipo de célula: _____

Número de células: _____

Tensión de reposo (batería): _____ V

Tensión de carga al inicio de la carga: _____ V

Tensión de carga al final de la carga: _____ V

Tiempo de carga: desde las: _____ h hasta las: _____ h

Medición de las tensiones individuales de las células: véase la tabla de la página siguiente

Medición de la temperatura del electrolito (una célula):

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Tiempo tras el inicio de la carga/h | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura/°C | | | | | | | | | | | | | | |

Nombre: _____

Firma: _____

Tensiones individuales de las células

___ Carga de puesta en marcha

___ Carga de reacondicionamiento

Columna 1: Tensión de reposo antes de la carga, inicio de la medición:

Fecha _____ Hora _____

Columna 2: Tensión de reposo después de la carga, inicio de la medición:

Fecha _____ Hora _____

| N.º de células | 1 [V] | 2 [V] | N.º de células | 1 [V] | 2 [V] | N.º de células | 1 [V] | 2 [V] |
|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| 1 | | | 28 | | | 55 | | |
| 2 | | | 29 | | | 56 | | |
| 3 | | | 30 | | | 57 | | |
| 4 | | | 31 | | | 58 | | |
| 5 | | | 32 | | | 59 | | |
| 6 | | | 33 | | | 60 | | |
| 7 | | | 34 | | | 61 | | |
| 8 | | | 35 | | | 62 | | |
| 9 | | | 36 | | | 63 | | |
| 10 | | | 37 | | | 64 | | |
| 11 | | | 38 | | | 65 | | |
| 12 | | | 39 | | | 66 | | |
| 13 | | | 40 | | | 67 | | |
| 14 | | | 41 | | | 68 | | |
| 15 | | | 42 | | | 69 | | |
| 16 | | | 43 | | | 70 | | |
| 17 | | | 44 | | | 71 | | |
| 18 | | | 45 | | | 72 | | |
| 19 | | | 46 | | | 73 | | |
| 20 | | | 47 | | | 74 | | |
| 21 | | | 48 | | | 75 | | |
| 22 | | | 49 | | | 76 | | |
| 23 | | | 50 | | | 77 | | |
| 24 | | | 51 | | | 78 | | |
| 25 | | | 52 | | | 79 | | |
| 26 | | | 53 | | | 80 | | |
| 27 | | | 54 | | | *1) | | |

*1) Si el sistema de baterías consta de más de 80 células, ampliar la tabla en consecuencia.

14.3. Protocolo de mantenimiento para las baterías FNC rail de HOPPECKE



Nota

Introducir las tareas y los valores medidos en el informe de mantenimiento como prueba en caso de reclamación de la garantía.

Número del sistema de baterías: _____

Número del tren: _____

Fecha de la puesta en marcha: _____

14.3.1. Intervalo de mantenimiento semestral

14.3.1.1. Mantenimiento - Inspección visual de todo el sistema de baterías

| Intervalo (años) | Inspección visual - Concluido (marcar) | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|--|-------|--------------------|
| 0,5 | | | |
| 1 | | | |
| 1,5 | | | |
| 2 | | | |
| 2,5 | | | |
| 3 | | | |
| 3,5 | | | |
| 4 | | | |
| 4,5 | | | |
| 5 | | | |
| 5,5 | | | |
| 6 | | | |
| 6,5 | | | |
| 7 | | | |
| 7,5 | | | |
| 8 | | | |
| 8,5 | | | |
| 9 | | | |
| 9,5 | | | |
| 10 | | | |
| 10,5 | | | |
| 11 | | | |
| 11,5 | | | |
| 12 | | | |
| 12,5 | | | |
| 13 | | | |
| 13,5 | | | |
| 14 | | | |
| 14,5 | | | |

14.3.1.2. Mantenimiento - Comprobación del nivel de electrolitos

| Intervalo (años) | Nivel de electrolitos comprobado - concluido (marcar) | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|---|-------|--------------------|
| 0,5 | | | |
| 1 | | | |
| 1,5 | | | |
| 2 | | | |
| 2,5 | | | |
| 3 | | | |
| 3,5 | | | |
| 4 | | | |
| 4,5 | | | |
| 5 | | | |
| 5,5 | | | |
| 6 | | | |
| 6,5 | | | |
| 7 | | | |
| 7,5 | | | |
| 8 | | | |
| 8,5 | | | |
| 9 | | | |
| 9,5 | | | |
| 10 | | | |
| 10,5 | | | |
| 11 | | | |
| 11,5 | | | |
| 12 | | | |
| 12,5 | | | |
| 13 | | | |
| 13,5 | | | |
| 14 | | | |
| 14,5 | | | |

14.3.2. Intervalo de mantenimiento anual

14.3.2.1. Mantenimiento - Medición de la tensión de carga

| Intervalo (años) | Valor medido en voltios | Temperatura en grados centígrados | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------|--------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |

14.3.2.2. Mantenimiento - Rellenado del nivel de electrolitos

| Intervalo (años) | Rellenar el nivel de electrolitos - concluido (marcar) | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|--|-------|--------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

14.3.2.3. Mantenimiento - Limpieza

| Intervalo (años) | Concluido (marcar) | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|--------------------|-------|--------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

14.3.2.4. Mantenimiento - Medición de la resistencia del aislamiento

| Intervalo (años) | Valor medido en ohmios | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|------------------------|-------|--------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

14.3.3. Intervalo de mantenimiento cada 5 años**14.3.3.1. Mantenimiento - Reacondicionamiento**

| Intervalo (años) | Concluido (marcar) | Fecha | Inspector (nombre) |
|------------------|--------------------|-------|--------------------|
| 5 | | | |
| 10 | | | |

14.3.3.2. Mantenimiento - Medición de la tensión de las células individuales FNC

Intervalo de 5 años:

Lo siguiente se aplica a los títulos de las tablas:

- 1*: Tensión en circuito abierto antes de la carga
Nota: Si la tensión en circuito abierto de una célula es $< 1,2$ V, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.
- 2*: Tensión en circuito abierto después de la carga
- 3*: Desviación de la tensión de cada célula respecto a la tensión media de cada célula (suma de todas las tensiones de las células dividida por el número de células)
Nota: Si las tensiones de las células individuales se desvían más de ± 50 mV del valor medio de todas las tensiones de las células, ponerse en contacto con el servicio técnico.

| N.º de células | 1* [V] | 2* [V] | 3* [mV] | N.º de células | 1* [V] | 2* [V] | 3* [mV] | N.º de células | 1* [V] | 2* [V] | 3* [mV] |
|----------------|--------|--------|---------|----------------|--------|--------|---------|----------------|--------|--------|---------|
| 1 | | | | 28 | | | | 55 | | | |
| 2 | | | | 29 | | | | 56 | | | |
| 3 | | | | 30 | | | | 57 | | | |
| 4 | | | | 31 | | | | 58 | | | |
| 5 | | | | 32 | | | | 59 | | | |
| 6 | | | | 33 | | | | 60 | | | |
| 7 | | | | 34 | | | | 61 | | | |
| 8 | | | | 35 | | | | 62 | | | |
| 9 | | | | 36 | | | | 63 | | | |
| 10 | | | | 37 | | | | 64 | | | |
| 11 | | | | 38 | | | | 65 | | | |
| 12 | | | | 39 | | | | 66 | | | |
| 13 | | | | 40 | | | | 67 | | | |
| 14 | | | | 41 | | | | 68 | | | |
| 15 | | | | 42 | | | | 69 | | | |
| 16 | | | | 43 | | | | 70 | | | |
| 17 | | | | 44 | | | | 71 | | | |
| 18 | | | | 45 | | | | 72 | | | |
| 19 | | | | 46 | | | | 73 | | | |
| 20 | | | | 47 | | | | 74 | | | |
| 21 | | | | 48 | | | | 75 | | | |
| 22 | | | | 49 | | | | 76 | | | |
| 23 | | | | 50 | | | | 77 | | | |
| 24 | | | | 51 | | | | 78 | | | |
| 25 | | | | 52 | | | | 79 | | | |
| 26 | | | | 53 | | | | 80 | | | |
| 27 | | | | 54 | | | | *1) | | | |

*1) Amplíe esta tabla si el sistema de baterías consta de más de 80 células.

Fecha: _____

Inspector: _____

Intervalo de 10 años:

Lo siguiente se aplica a los títulos de las tablas:

- 1*: Tensión en circuito abierto antes de la carga
Nota: Si la tensión en circuito abierto de una célula es < 1,2 V, ponerse en contacto con el servicio técnico de HOPPECKE.
- 2*: Tensión en circuito abierto después de la carga
- 3*: Desviación de la tensión de cada célula respecto a la tensión media de cada célula (suma de todas las tensiones de las células dividida por el número de células)
Nota: Si las tensiones de las células individuales se desvían más de ± 50 mV del valor medio de todas las tensiones de las células, ponerse en contacto con el servicio técnico.

| N.º de células | 1* [V] | 2* [V] | 3* [mV] | N.º de células | 1* [V] | 2* [V] | 3* [mV] | N.º de células | 1* [V] | 2* [V] | 3* [mV] |
|----------------|--------|--------|---------|----------------|--------|--------|---------|----------------|--------|--------|---------|
| 1 | | | | 28 | | | | 55 | | | |
| 2 | | | | 29 | | | | 56 | | | |
| 3 | | | | 30 | | | | 57 | | | |
| 4 | | | | 31 | | | | 58 | | | |
| 5 | | | | 32 | | | | 59 | | | |
| 6 | | | | 33 | | | | 60 | | | |
| 7 | | | | 34 | | | | 61 | | | |
| 8 | | | | 35 | | | | 62 | | | |
| 9 | | | | 36 | | | | 63 | | | |
| 10 | | | | 37 | | | | 64 | | | |
| 11 | | | | 38 | | | | 65 | | | |
| 12 | | | | 39 | | | | 66 | | | |
| 13 | | | | 40 | | | | 67 | | | |
| 14 | | | | 41 | | | | 68 | | | |
| 15 | | | | 42 | | | | 69 | | | |
| 16 | | | | 43 | | | | 70 | | | |
| 17 | | | | 44 | | | | 71 | | | |
| 18 | | | | 45 | | | | 72 | | | |
| 19 | | | | 46 | | | | 73 | | | |
| 20 | | | | 47 | | | | 74 | | | |
| 21 | | | | 48 | | | | 75 | | | |
| 22 | | | | 49 | | | | 76 | | | |
| 23 | | | | 50 | | | | 77 | | | |
| 24 | | | | 51 | | | | 78 | | | |
| 25 | | | | 52 | | | | 79 | | | |
| 26 | | | | 53 | | | | 80 | | | |
| 27 | | | | 54 | | | | *1) | | | |

*1) Amplíe esta tabla si el sistema de baterías consta de más de 80 células.

Fecha: _____

Inspector: _____